



CAIO GUILHERME SALES FERREIRA

**A INDÚSTRIA CERVEJEIRA E SUA RELEVÂNCIA NO
MERCADO BRASILEIRO**

LAVRAS – MG

2021

CAIO GUILHERME SALES FERREIRA

A INDÚSTRIA CERVEJEIRA E SUA RELEVÂNCIA NO MERCADO BRASILEIRO

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof^a. Dr^a. Natália Maira Braga Oliveira
Orientadora

Prof. Dr. Márcio Pozzobon Pedroso
Coorientador

LAVRAS – MG

2021

CAIO GUILHERME SALES FERREIRA

**A INDÚSTRIA CERVEJEIRA E SUA RELEVÂNCIA NO MERCADO BRASILEIRO
THE BEER INDUSTRY AND ITS RELEVANCE IN THE BRAZILIAN MARKET**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 21 de maio de 2021.

Dr. Luciano Jacob Correa – UFLA

M.^a Michele Nayara Ribeiro – UFLA

Prof.^a. Dr.^a. Natália Maira Braga Oliveira
Orientadora

Prof. Dr. Márcio Pozzobon Pedroso
Coorientador

LAVRAS – MG

2021

AGRADECIMENTOS

Por tudo e tanto que pude viver nesta graduação, sou grato.

Aquele que me deu forças, amparo, consolo, discernimento e coragem para seguir, obrigado Deus por abrir este caminho e por colocar em meu coração um sonho que não foi sonhado sozinho. À virgem Maria por sempre olhar e cuidar de mim como fez com Jesus.

À minha mãe pelo exemplo de vida, de garra, de determinação e de muita coragem na luta por se tornar quem é hoje. Por ser meu porto seguro em inúmeras vezes que me abalei.

Ao meu pai que sempre foi exemplo de fortaleza e ao mesmo tempo de sabedoria, foi através da sua simplicidade de ver a vida que pude enxergar o outro lado da margem.

À minha irmã por sempre estar ao meu lado e por despertar em mim a vontade e a busca em ser um exemplo de profissional e pessoa.

À Universidade Federal de Lavras, que me proporcionou inúmeras experiências na graduação e tornar possível realizar o sonho de ser engenheiro químico, e, em especial, aos mestres, com quem aprendi muito além do conhecimento científico, são lições que me ajudaram a formar quem sou hoje.

Ao Movimento Empresa Júnior (MEJ) que me fez crescer, lutar por um propósito comum, construir e deixar meu legado. Por me fazer vivenciar experiências incríveis com pessoas plurais e gerar todo o sentimento de inconformismo.

Ao Ministério Universidades Renovadas (MUR) que juntamente com o pilar científico da universidade, me faz ser um profissional melhor, um profissional do reino. É a razão que crê e a fé que pensa.

Aos meus orientadores, professora Natália e professor Márcio, pelos ensinamentos, confiança, atenção e por todo suporte.

Aos meus colegas e amigos, em especial a Jéssica Martins, Letícia Simões e Giovanna Andrade, muito obrigado por toda a vivência, por todos os trabalhos, pelo companheirismo de vocês, por todos os momentos que dividimos e juntos, nas nossas limitações, sempre nos ajudamos mutuamente. É o fim de um ciclo que sem essas pessoas incríveis que estiveram ao meu lado, nada seria possível.

Suas orações e torcida foram fundamentais!

“Dá-me acuidade de inteligência e a força da memória; torna-me discípulo capaz e estudioso. Concede-me precisão no explicar e muitas graças no falar.” (São Tomás de Aquino)

RESUMO

A indústria cervejeira é marcada por evolução e faz parte da história da humanidade. Ela permeia desde o início da agricultura, passando de alimento nutritivo e forma de pagamento, à bebida alcoólica de maior apreciação no mundo. A cerveja traz em seu processo produtivo tradição, cultura, história e principalmente evolução nos conhecimentos técnicos e científicos. A produção cervejeira se transformou ao longo do tempo, adquirindo características que aumentaram ainda mais a aceitação popular da bebida. Atrelada a outros diversos setores, a produção de cerveja no Brasil apresenta-se como uma importante base econômica, encontrando-se atrás somente da China e dos Estados Unidos no que tange à escala de produção. É importante destacar que para conseguir acompanhar e direcionar todo esse expressivo crescimento, a indústria cervejeira necessita agregar conhecimento, implementando técnicas e aprimoramentos no processo de produção. Diante desse contexto, o presente trabalho consistiu em desenvolver o estudo da indústria cervejeira, buscando compreender sua evolução ao longo do tempo, seus insumos, seu processo, bem como técnicas e os novos estilos produzidos neste setor. Além do entendimento da indústria, o trabalho mapeou suas perspectivas, ressaltando a relevância do mercado cervejeiro nos aspectos econômicos do mundo e, principalmente, do Brasil. Ademais, foi feito um levantamento dos impactos da pandemia de Covid-19 neste setor. Dessa forma, foram realizadas pesquisas em diversas bibliografias, dentre elas, aquelas já consagradas como base para o entendimento da indústria cervejeira, que permitiram ampliar a compreensão do processo, do produto e de sua importância para a cultura brasileira e para a humanidade. Para abordar os impactos deste setor no mundo e, principalmente, no contexto brasileiro, foram levantados dados de relatórios internacionais e estatísticas da indústria no país, consultando publicações de órgãos públicos, sindicatos e associações. Através desses insumos bibliográficos, foi possível verificar que o mercado brasileiro se encontra em grande expansão e diversificação neste setor, registrando um aumento médio de aproximadamente 35% nos últimos anos, pré-pandemia, nos números de cervejarias registradas. É notória a relevância da indústria cervejeira na economia brasileira que gera empregos, desenvolvimento e uma participação significativa, de aproximadamente 2%, no Produto Interno Bruto (PIB) do país. Além disso, nota-se que os consumidores estão buscando cada vez mais qualidade, variedade de estilos, sabores e aromas da bebida, que, aliados à diversidade de recursos nacionais, estão gerando uma grande oportunidade de criação de uma escola cervejeira brasileira. Portanto, este setor industrial vem se desenvolvendo no país, através de avanços no processo produtivo da bebida e contando com a grande variedade de insumos da flora brasileira que podem ser usados como matérias-primas. Isso, somado ao desenvolvimento do cultivo do lúpulo nacional, foi identificado como importante perspectiva futura para a indústria cervejeira no Brasil.

Palavras-chave: Cerveja. Indústria Cervejeira. Processo Produtivo de Cerveja. Mercado Cervejeiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escalas de cor da cerveja: SRM e EBC.	18
Figura 2 - Escala de amargor: IBU.	18
Figura 3 - Estilos de cervejas da Escola Germânica: (a) Pilsen, (b) Weiss e (c) Hells.	20
Figura 4 - Estilos de cervejas da Escola Belga: (a) Witbier, (b) Saison e (c) Trapista.	22
Figura 5 - Estilos de cervejas da Escola Britânica: (a) IPA, (b) Porter e (c) Stout.	23
Figura 6 – Estilos de cervejas da Escola Americana: (a) American Lager, (b) APA e (c) California Common.	25
Figura 7 – <i>Fruit Beer</i> de morango e cereja.	27
Figura 8 – Localização das maiores cervejarias do mundo em produção.	32
Figura 9 - Produção mundial de cerveja nos últimos anos.	33
Figura 10 – Estimativa da produção mundial de lúpulos em 2020.	36
Figura 11 - Número de registros de cervejarias por ano no Brasil.	40
Figura 12 - Número de registros de cervejarias por região brasileira.	41
Figura 13 - Mercado cervejeiro do Brasil nos últimos anos: participação de mercado das empresas (a) e vendas de cerveja no país (b).	42
Figura 14 – Variação no volume de cerveja vendido e no registro de novas cervejarias nos últimos anos, em comparação com os dados do ano anterior.	43
Figura 15 - Variedades da cevada com duas (a) e seis (b) fileiras de grãos.	48
Figura 16 – Lúpulos em cones (a) e <i>pellets</i> (b).	50
Figura 17 - Levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	51
Figura 18 – Fluxograma do processo produtivo da cerveja.	55
Figura 19 - Diferença entre o processamento industrial e artesanal da cerveja.	56
Figura 20 - Escala piloto para produção de cerveja.	57
Figura 21 - Maceração do grão de cevada para produção de malte.	58
Figura 22 - Tina de filtração industrial.	64
Figura 23 - Painel em alumínio com fundo falso.	64
Figura 24 – Filtro <i>bazzoka</i>	65
Figura 25 - Formação de <i>trub</i>	67
Figura 26 - <i>Chiller</i> de cobre.	67
Figura 27 - Processo de obtenção de cerveja sem álcool a partir da destilação à vácuo.	72
Figura 28 - Previsão de consumo de cerveja no Brasil.	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais tipos de malte.	48
Quadro 2 - Principais classificações das cervejas segundo MAPA.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre produção e consumo de cerveja nos continentes em 2019.	33
Tabela 2 – Maiores produções mundiais de cerveja de acordo com o país.	34
Tabela 3 - Consumo de cerveja <i>per capita</i> por país em 2019.	35
Tabela 4 - Vendas de bebidas alcoólicas no Brasil entre 2015 e 2019 (em milhares de L).	39
Tabela 5 - Vendas de cervejas no Brasil nos últimos anos (bilhões de L).	43
Tabela 6 – Comparação entre a composição da água dos grandes centros cervejeiros e do Brasil.	46
Tabela 7 – Comparativo entre os componentes do grão de cevada e a cevada maltada.	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	HISTÓRIA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA	12
2.1	Avanços na produção	15
2.2	Estilos e escolas cervejeiras.....	17
2.2.1	Escola germânica	20
2.2.2	Escola belga	21
2.2.3	Escola britânica.....	23
2.2.4	Escola americana	24
2.2.5	Fruit beer	26
2.3	A cerveja no Brasil.....	27
3	ASPECTOS ECONÔMICOS	31
3.1	Cenário mundial	31
3.2	Cenário nacional	37
4	MATÉRIAS-PRIMAS.....	45
4.1	Água	45
4.2	Malte	47
4.3	Lúpulo.....	49
4.4	Leveduras	51
4.5	Adjuntos.....	52
5	PROCESSO PRODUTIVO	55
5.1	Malteação.....	57
5.2	Produção do mosto	61
5.2.1	Moagem do malte.....	61
5.2.2	Mosturação	61
5.2.3	Filtração.....	63
5.2.4	Fervura	65
5.2.5	Separação do <i>trub</i> e resfriamento.....	66
5.3	Fermentação	68
5.4	Acabamento e envase.....	70
5.5	Cerveja sem álcool	71
6	IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19	73
7	PERSPECTIVAS FUTURAS	76
8	CONCLUSÃO.....	81

REFERÊNCIAS	82
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

A produção e o consumo de bebidas alcoólicas são umas das atividades mais antigas já desenvolvidas pelo homem. No que se refere à cerveja, os egípcios foram os responsáveis pelos primeiros processos fermentativos, ao deixar os bolos de cevadas em jarras com água. A partir de então, a cerveja passou a ser conhecida pelos povos orientais, chegando à Europa e ao resto do mundo. A fabricação de cerveja advém pois de milhares de anos, durante os quais passou por aprimoramentos técnicos, visando o aumento de sua produção e consumo (VENTURINI FILHO, 2018). Presente na alimentação humana desde 8000 a.C., a cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo. Seus atributos sensoriais, sua apreciação, a diversidade de apresentação, paralelamente com seus benefícios à saúde, fazem com que ela tenha um alto nível de aceitação popular (BAMFORTH; RUSSELL; STEWART, 2011).

Durante a Idade Média a produção de cerveja deixou de ser uma atividade familiar servindo de complemento à alimentação, conduzida pelas mulheres, e se tornou um ofício. Nesse período, os mosteiros tiveram grande contribuição no desenvolvimento e na documentação de técnicas utilizadas na produção da cerveja, já que eram nesses locais que se concentravam as iniciativas de produção em maior escala. Foram os monges os primeiros pesquisadores sobre a cerveja, aprimorando seu método de fabricação com adição de ervas como o gergelim, rosmarinho, louro, gengibre e lúpulo, além de introduzirem a inovação de conservação a frio da bebida (MORADO, 2017). A produção em escala industrial da cerveja se consolidou e obteve um forte crescimento no século XX, época em que começa a utilização da levedura no processo produtivo, alterando as características finais do produto (MOSHER, 2004).

Com essa expansão industrial e com uma significativa participação no mercado, o Brasil regularizou, por meio da sua legislação, a produção dessa bebida no país. A legislação brasileira define a cerveja, por meio da Instrução Normativa Nº 65, de 10 de dezembro de 2019, elaborada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como uma bebida que resulta do processo de fermentação alcoólica do mosto da cevada malteada e água potável, sendo adicionado lúpulo ao seu extrato. Essa fermentação ocorre a partir da levedura e parte da cevada malteada pode ser substituída por adjuntos cervejeiros. Segundo a mesma normativa, os adjuntos cervejeiros podem substituir em até 45% em peso o malte da cevada na elaboração do mosto (BRASIL, 2019b). Além do Brasil, há outros países em que são permitidos o uso desses substitutos, sendo vários os tipos de matérias-primas autorizados, uma vez que nesses países não há autossuficiência de cevada ou malte (SLEIMAN et al., 2010).

Esses adjuntos como frutas, cereais não maltados e condimentos são fontes alternativa de substrato e contribuem com a redução de custos, já que geralmente seus custos são inferiores ao da cevada, proporcionando características sensoriais à cerveja decorrentes de sua fonte proveniente (VENTURINI FILHO, 2018). Ao se tratar de adjuntos especiais no processo produtivo, o Brasil vem se destacando no mercado cervejeiro. Com sua grande extensão territorial e grande diversidade no bioma, o país possui um notável potencial para desenvolvimento de cervejas com adição de frutas. Tanto que o primeiro estilo brasileiro de cerveja foi desenvolvido no ano de 2015 trazendo como principal característica os sabores e aromas naturais dos frutos tropicais empregados. A *Catharina Sour* foi reconhecida internacionalmente em 2018 pelo principal guia de cervejas, o *Beer Judge Certification Program* (BJCP), o que foi um importante marco para o mercado nacional de cervejas (BCJP, 2018).

É notório o aumento da produção de cerveja nas últimas décadas, tanto no Brasil quanto nos demais países ao redor do mundo e, simultaneamente a essa alta, tem-se observado uma significativa evolução dos conhecimentos científicos por trás da produção dessa bebida. Esta expansão está atrelada ao avanço de novas tecnologias e facilidades para a fabricação da cerveja, como o aumento da utilização da fermentação e maturação em sistemas contínuos, um melhor entendimento da fisiologia celular e das técnicas de imobilização de levedura cervejeira e da criação de novas matérias-primas a partir da genética molecular (CARVALHO, 2009).

A produção de cerveja está atrelada ao desenvolvimento do país, correspondendo no Brasil a cerca de 2% do Produto Interno Bruto (PIB) e com um rendimento anual de 77 bilhões de reais (CERVBRASIL, 2020). Além disso, a produção de cerveja no Brasil vem se destacando no mercado internacional, se fixando entre as três maiores do mundo, atrás somente da China e dos Estados Unidos (SINDICERV, 2020). No ano de 2019, foram registradas cerca de 320 novas cervejarias no país, apresentando uma taxa de crescimento de 36,4% nos últimos cinco anos. Esse crescimento, tanto no número de registros de novas cervejarias quanto de novas cervejas, vem se mostrando estável durante as últimas duas décadas e não há indícios de desaceleração desse movimento (MAPA, 2020).

Dado este expressivo crescimento do mercado cervejeiro, acompanhado pela sua significativa importância no mercado nacional, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo bibliográfico sobre a indústria cervejeira, sua história e seu processo, e identificar sua relevância econômica no cenário nacional, comparativo ao mundial, por meio da junção, análise e interpretação das informações coletadas nesta pesquisa, bem como analisar as perspectivas futuras desta indústria, abordando os avanços produtivos até o atual cenário.

2 HISTÓRIA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA

Não se sabe ao certo datar quando iniciou o processo de produção da cerveja. Sua história está relacionada com a prática de cultivos de grãos e com a produção do pão, já que ambos são feitos a partir de cereais. A partir do cultivo de grãos em campos que datam por volta do ano de 9000 a.C., os agricultores primitivos passaram a transformar esses grãos em farinha e, posteriormente, em pão. Além disso, era comum que se armazenassem a colheita de grãos e, com a presença de água nesses recipientes, era necessário submetê-los a secagem, para posteriormente serem consumidos. Logo, é muito provável que o processo de produzir cerveja tenha sido descoberto por acaso (MORADO, 2017).

Na China, há registros arqueológicos de 9000 anos de certos tipos de artefatos que comprovam uma tradição antiga de produção de bebida fermentada à base de arroz (MCGOVERN et al., 2004), mas foi a partir do Oriente Médio que as técnicas básicas de fabricação de cerveja se espalharam.

A origem da cerveja remota também aos primórdios da história humana na antiga Mesopotâmia e no Egito (XU, 2007). Para a fabricação do pão, os sumérios, povos do sul da Mesopotâmia, elaboravam uma massa consistente com grãos moídos e em seguida os cozinhavam. A massa produzida, com a ação do tempo, umedecia e acabava se fermentando, originando assim uma espécie de “pão líquido”. Esse pão era tido como um tipo de bebida alcoólica e, mesmo que distante da cerveja atual, tem um importante papel na história da cerveja. (TSCHOPE, 2001). Foram também os sumérios que desenvolveram processos para a criação do malte. E a mais antiga receita de fabricação que chegou ao conhecimento da humanidade, advém de um poema escrito por esses povos há 3900 anos em honra à deusa Ninkasi (SINDICERV, 2020).

Já no Egito, a bebida fazia parte dos ritos religiosos e era distribuída ao povo, tendo, portanto, um consumo nacional (VENTURINI FILHO, 2018). Além disso, a cerveja era considerada uma moeda. Sabe-se que os trabalhadores responsáveis pelas construções das pirâmides tinham parte do seu pagamento em cerveja (SINDICERV, 2020). A fabricação da cerveja se dava pelos padeiros, que deixavam a cevada germinar e a moldava em bolos, os quais eram parcialmente assados e depois, colocados em jarra com água. Os egípcios tiveram importante contribuição na divulgação da cerveja, pois foi a partir deles que outros povos orientais conheceram a bebida, se espalhando por toda a Europa (VENTURINI FILHO, 2018).

Também foi através dos egípcios que gregos e romanos conheceram a cerveja, já que seus adversários comerciais do Mediterrâneo Oriental do Egito e da Mesopotâmia eram grandes

apreciadores da bebida. Esses povos, por motivos culturais, eram apreciadores de vinho, e se viram cercados por nações que consumiam cerveja. Enquanto o vinho era tido como símbolo do sagrado, a cerveja para os romanos era a bebida das classes mais pobres e consumida pelos bárbaros (MEUSSDOERFFER, 2009). Porém, a expansão do império e suas regiões com ausência de vinicultura fizeram com que os romanos se organizassem e produzissem sua própria cerveja. Há vestígios de cervejarias romanas e inscrições em lápides que apontam para um alto grau de profissionalismo (NELSON, 2005), além disso, os romanos já faziam a distinção entre a cerveja produzida em Gália, *cerevisia* e a *zythum*, oriunda do Egito (MORADO, 2017).

A cerveja era considerada como recompensa aos heróis, sagrada, e, durante o primeiro milênio da era cristã, eram os povos germânicos e celtas que mais produziam e a consumiam. Foram eles também que, durante a expansão do império romano, mantiveram a cerveja como bebida tradicional, se opondo à cultura do vinho trazida por Roma (MORADO, 2017).

O domínio do Império Romano proporcionou a construção de mosteiros em toda a Europa sendo fortemente influenciados pela cultura local. Os mosteiros localizados no sul do continente continuavam com sua produção de vinhos, enquanto os localizados no norte foram tornando-se grandes centros de produção de cerveja. Grande parte dessa influência na produção da bebida deve-se ao clima local, que proporcionava melhores condições para o cultivo de cevada do que de uvas. Esse contexto levou ao surgimento da “fabricação monástica” durante o início da Idade Média, se espalhando para as Ilhas Britânicas, Alemanha e Países Baixos (UNGER, 2004).

As tribos germânicas também tinham preferência pelo consumo de cerveja ao vinho. E, ao se aproximar do Império Romano, os germanos se depararam com a tecnologia utilizada pelos romanos dando-se início a uma nova era na fabricação de cervejas. Com a invasão das tribos germânicas nas defesas romanas, houve-se um declínio do domínio romano nas partes ocidentais do império e assim, o hábito cultural do consumo de vinho foi dando espaço ao consumo de cerveja (MEUSSDOERFFER, 2009).

É durante esses tempos turbulentos que a igreja católica adquiriu uma posição predominante e conseguiu, além de conservar os conhecimentos médicos, científicos e técnicos, conquistar também o conhecimento e a fabricação da cerveja (MEUSSDOERFFER, 2009). Por serem alfabetizados, os religiosos começaram a se tornar importantes pesquisadores de cerveja, aprimorando sua fabricação, chegando a desenvolver a técnica de conservação a frio da bebida (MORADO, 2017).

Nos mosteiros, a produção de cerveja era fornecida aos nobres convidados, utilizada para o consumo diário dos monges e outra parte era concedida aos peregrinos e indigentes

(MEUSSDOERFFER, 2009). Essas cervejarias consistiam em grandes salas, sendo a principal com uma lareira, e uma segunda sala era utilizada para o processo de resfriar e filtrar a cerveja. Foram também os mosteiros que documentaram as primeiras evidências do uso de lúpulo na fabricação de cerveja. Eles desenvolveram técnicas, utensílios e receitas próprias (HORNSEY, 2003). Além disso, no século IV, os monges foram os primeiros a terem oficialmente a liberação para produção, comercialização e adição de lúpulo à bebida (GAUTO; ROSA, 2013).

Segundo Morado (2017), grandes rotas comerciais para a cerveja surgiram com a descoberta da América em 1492 e com as viagens de cunho exploratório, financiadas pelas coroas europeias, entre os anos de 1500 e 1800. A partir de então, surgiram as primeiras manufaturas, produzindo, para aquela época, grandes volumes de cerveja.

Com a crescente urbanização e os avanços das técnicas de fabricação da cerveja, ocorre um processo de expansão no volume de sua produção (LAW; GRIMES, 2015). Assim, a fim de manter a qualidade da bebida, em 1516 surge a Lei da Pureza como um marco na história da cerveja, estabelecendo que toda cerveja produzida na Alemanha deveria conter apenas água, cevada e lúpulo. Estabelecida pelos duques Guilherme IV e Luís X, a *Reinheitsgebot* era válida para toda a região da Baviera (região meridional da Alemanha), tornando-se a lei mais famosa no que tange a padronização de fabricação da bebida (MORADO, 2017).

Antes da promulgação da lei, os cervejeiros da Baviera adicionavam à produção da cerveja ingredientes diferentes e até mesmo estranhos, como cal e fuligem, no intuito de inovar seus produtos (BELTRAMELLI, 2012). Além disso, outros fatores que influenciaram a promulgação da lei foram os movimentos protestantes contrários ao monopólio da Igreja Católica pela cerveja, ressaltado nesse capítulo, e o grande consumo de trigo para a fabricação da cerveja que estaria inflacionando os preços desse insumo e conseqüentemente elevando o preço do pão (MORADO, 2017).

Morado (2017) também afirma que os séculos XV e XVI foram os mais prósperos para a indústria cervejeira. A apreciação pela bebida se espalha por toda a Europa e com o preço elevado do vinho, a cerveja conquista o mercado europeu rapidamente. A escala de produção da cerveja reduziu os custos para sua fabricação e assim o consumo *per capita* alcançou os maiores índices históricos, chegando a 400 L/ano em algumas cidades da Alemanha em 1550.

Neste cenário, com o surgimento das grandes empresas no final do século XVII, dando início a uma larga produção, a presença feminina na produção de cerveja diminuiu, passando de atividade doméstica a comercial e industrial, totalmente dominada pelo homem (MORADO, 2017).

Portanto, enquanto os empreendimentos foram caseiros, a prática de se produzir cerveja era atividade familiar; tornou-se regional quando a economia cooperativista surgiu e, com a formação dos Estados, tornou-se nacional. Por fim, com o advento do capitalismo moderno, a cerveja tornou-se multinacional (MORADO, 2017).

As técnicas de secagem do malte tiveram um avanço significativo, possibilitando uma melhor percepção sensorial na cerveja, já que os grãos não mais eram torrados e as notas de fumaça, bem como o aspecto mais escuro das cervejas, não eram mais perceptíveis. Os avanços tecnológicos ocorridos durante o século XIX, atrelados à Revolução Industrial, permitiram a ascensão da cerveja e viabilizaram o surgimento e a popularização da nova família das cervejas, as Lager, que são aquelas fermentadas a partir de leveduras do tipo Lager, em temperaturas mais baixas (MORADO, 2017). Até então, as cervejas produzidas eram aquelas resultantes da alta fermentação realizada a uma temperatura ambiente, denominadas cervejas Ale (CRUZ, 2007). Foi a partir dessa época que surgiu a cerveja com os ingredientes atualmente utilizados, fabricada com malte de cevada e lúpulo (MORADO, 2017).

Na atual Alemanha, já se produziam cervejas que necessitavam de temperaturas mais amenas para que ocorresse a fermentação. Para que não houvesse o aumento da temperatura, a bebida era armazenada em locais frios e úmidos, com o auxílio de blocos de gelo que eram fáceis de obter nas montanhas durante o inverno. Essas cervejas que são denominadas Lager, em alemão, significa literalmente guardar, armazenar (CRUZ, 2007; MORADO, 2017).

É durante o XIX que ocorre a descoberta e estudo da microbiologia, o que afeta diretamente a produção de cerveja. Foram esses avanços que permitiram obter cervejas com maior duração e com a qualidade mais consistente, de tal forma as unidades produtoras tornaram-se cada vez maiores, originando de fato a verdadeira indústria cervejeira (CRUZ, 2007). Foi graças ao cientista Louis Pasteur que se conseguiu um melhor controle da fermentação e desenvolveu-se o método que hoje é conhecido como pasteurização, garantindo um maior tempo de prateleira aos produtos fermentados (MORADO, 2017).

2.1 Avanços na produção

Além da descoberta da microbiologia no século XIX, houve também a introdução da refrigeração no processo de produção cervejeira. Essas técnicas mudaram drasticamente a fabricação da bebida e proporcionou aos cervejeiros uma padronização do produto, algo que até então não era possível de se alcançar. Outro fator importante que gerou impacto diretamente na indústria cervejeira foi a expansão da máquina a vapor, que aumentou as possibilidades de

produção e consumo em massa. A partir de então, as cervejas passam a ser embaladas e distribuídas em grandes escalas, determinando a industrialização desse produto. E o mercado cervejeiro foi ampliado com a expansão da infraestrutura e com o advento das redes ferroviárias (CABRAS; HIGGINS, 2016).

Após a inserção das novas tecnologias e a notória ascensão da indústria cervejeira, essa passa por um significativo declínio entre a primeira e a segunda guerras mundiais. Atrelado à escassez geral de matérias-primas, os cervejeiros tiveram que lidar com o expressivo aumento dos preços dos grãos, além dos esforços dos governos para a redução no consumo e distribuição de bebidas alcoólicas (STACK, 2003). Isso refletiu no fechamento de inúmeras cervejarias ao redor do mundo. Na Bélgica, antes da Primeira Guerra Mundial havia 3223 cervejarias e no ano de 1946 apenas 755; nos Estados Unidos, passaram de 2300 em 1880 para 160 no início da Segunda Guerra Mundial e, no Reino Unido, das 6447 cervejarias em 1900 restaram somente 358 em 1960 (MORADO, 2017).

Outro aspecto importante nesse período entre guerras, foi o de que as grandes cervejarias foram de certo modo pressionadas pelos governos a modificarem e diversificarem suas bebidas. Nos Estados Unidos paralelamente ocorria a ascensão do Movimento da Temperança e a introdução da Lei Seca que quase erradicaram as cervejarias do país. Pelo mundo ocorriam movimentos semelhantes, na Escócia, Irlanda e País de Gales havia a proibição de abertura de novos pubs, locais que fabricavam sua própria cerveja (STACK, 2003).

Os movimentos contra a bebida alcoólica e as ações do governo norte-americano causaram grande impacto na economia dos Estados Unidos. O país sentiu os impactos causados ao setor cervejeiro, visto que o mesmo era o quinto mais importante para a economia norte-americana (MORADO, 2017). Além disso, a Grande Depressão, associada aos fatores climáticos da época, uma série de tempestades de poeira e seca severa (conhecida como *Dust Bowl*), impactaram diretamente a economia e as plantações norte-americanas, afetando de forma significativa o setor cervejeiro durante a década de 1930. Em contrapartida, os cervejeiros buscaram novos meios para suprir a demanda de grãos na produção da cerveja, já que os mesmos se encontravam inflacionados. Surgiram então cervejas mais leves, com o uso predominantemente do milho e arroz como complementos da cevada maltada. Essa substituição deixou um marco na preferência do consumidor norte-americano que perdura até hoje, com grandes marcas, como a Budweiser, utilizando grãos de arroz em proporção significativa na bebida (CABRAS; HIGGINS, 2016).

As mudanças sociais ao redor do mundo pós-guerra influenciaram diretamente o mercado cervejeiro (XU, 2007). Com o fim das duas Grandes Guerras houve um renascimento

mundial em todos os setores econômicos. Os pubs de cerveja, bem como as cervejarias tradicionais desapareceram quase que completamente. Algumas dessas cervejarias encerraram suas atividades e outras foram compradas pelas grandes cervejarias que conseguiram se manter e estavam em ascensão no período pós-guerra. Essa concentração no mercado pôde ser sentida mais significativamente durante as décadas de 1970 e 1980 quando começaram a surgir os conglomerados globais, resultados de grandes fusões e aquisições (STONE; MCCALL, 2004).

Por volta da década de 1970 surge na Inglaterra a CAMRA – *Campaign for Real Ale* (Campanha pela Autêntica Ale) uma ONG que defende a autenticidade da Ale a fim de resgatar o consumo e a produção para este estilo de cerveja. A instituição aos poucos seguiu o caminho radical de cervejas tradicionais, porém acabou sendo enfraquecida pela grande indústria cervejeira. Apesar disso, com a criação da ONG, houve um renascimento das cervejarias europeias e, simultaneamente, um *boom* nas americanas, proporcionando o surgimento de diversas cervejarias que resgataram a criatividade e o dinamismo. As cervejas então passam a ter um crescente número de estilos diversos sob grande influência do surgimento da Escola Cervejeira Americana (MORADO, 2017).

Segundo Nothaft (1998), é a partir dessa década, 1970, que se fortaleceu o movimento de produção de cervejas artesanais na Inglaterra. Ao se referir à produção de cervejas artesanais ou especiais, relaciona-se ao pequeno segmento de mercado destinado a produzir pequenos volumes de produção, todavia, de grande valor agregado ao produto. Nos E.U.A, esse segmento é denominado de *Craft-Brewing*, incluindo microcervejarias, cervejarias para gastronomia entre outras e tem ganhado cada vez mais espaço no mercado.

2.2 Estilos e escolas cervejeiras

As cervejas possuem diversas características e propriedades que as distinguem uma das outras, como por exemplo, a aparência, cor, aroma, espuma, turbidez, amargor, entre outras. Dessas características, deve-se destacar que tanto a cor quanto o amargor, densidade e o teor alcoólico possuem escalas que auxiliam na identificação da cerveja (MORADO, 2017).

Em relação à cor da cerveja, essa característica está fortemente vinculada à cor do malte do qual é produzida e interfere na percepção do consumidor. São utilizados dois tipos de escalas para caracterizar a cerveja em relação à cor, a europeia EBC, *European Brewing Convention*, e a escala de cor americana SRM, *Standard Reference Method* (JACKSON, 2010); ambas podem ser visualizadas na Figura 1.

Figura 1 - Escalas de cor da cerveja: SRM e EBC.

SRM	2-3	3-4	5-6	6-9	10-14	17-18	19-22	22-30	30-35	30+	40+
EBC	4-6	4-8	10-12	12-18	20-28	33-36	37-43	43-59	59-69	69	79
COR	Palha	Amarelo	Ouro	Âmbar profundo, cobre	Cobre	Cobre escuro	Marrom	Marrom escuro	Marrom muito escuro	Negro	Negro opaco

Fonte: Italian Food (2020).

Já o amargor da bebida é medido em unidades internacionais de amargor IBU - *International Bitterness Units*, como pode ser visualizado na Figura 2, na qual está expressa a correspondência entre este parâmetro e os estilos de cerveja que serão descritos na sequência. Os valores obtidos de IBU na bebida correspondem à concentração de iso- α -ácidos, responsáveis pelo amargor, sendo 1 IBU correspondente à 1 mg de iso- α -ácido por litro (CONCERVEJA, 2021). Oficialmente o índice IBU vai de 0 a 120, sendo esse o nível máximo que as papilas gustativas humanas são capazes de identificar (KOMAR, 2017). Apesar da escala ter essa ampla variação, os valores mais típicos variam entre 20 e 50 IBU (VENTURINI FILHO, 2018).

Figura 2 - Escala de amargor: IBU.

IBU	10	20	25	30	40	60	100
ESTILO	AMERICAN LIGHT LAGER	BLONDE ALE	IRISH RED ALE	IRISH STOUT	AMERICAN PALE ALE	INDIA PALE ALE	DOUBLE INDIA PALE ALE

Fonte: Tres Jotas Beer Club (2020).

As cervejas podem ser classificadas de acordo com seu teor de álcool e extrato, pelo malte, ou tipo de fermentação. A cerveja também pode ser diferenciada de acordo com seus aspectos regionais, conforme o local onde é fabricada. Além desses aspectos geográficos, elas podem ser classificadas de acordo com seu tipo, sendo, de modo geral, subdivididas em dois grandes grupos: Ale e Lager (SINDCERV, 2020).

Com base no tipo de fermentação, as cervejas Ale são de alta fermentação, utilizando como levedura a *Saccharomyces cerevisiae*. Já as Lagers são cervejas de baixa fermentação que utilizam a *Saccharomyces pastorianus*. Essa levedura é um híbrido entre *S. cerevisiae* e *S.*

eubayanus. A produção das cervejas do tipo Lager se sobrepõe as Ale, correspondendo a mais de 90% das cervejas produzidas no mundo (GIBSON et al., 2017).

Com a enorme gama de variação dos estilos de cerveja, surgiu em 1985, nos Estados Unidos, o *Beer Judge Certification Program* (BJCP). Trata-se de uma organização sem fins lucrativos, sendo considerado hoje o maior e mais renomado programa de certificação de avaliadores de cerveja do mundo. Segundo o BJCP (2015), as cervejas podem ser denominadas de acordo com aqueles estilos que já existem e tem reconhecimento mundial como Pilsen, Export, Lager, Dortmunder, Munchen, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Weissbier, Alt, os citados na Figura 2 e outras denominações que vierem a ser criadas, observando as características do produto. Além das características que diferenciam as cervejas e até mesmo dos estilos, pode-se aplicar o conceito de escola para distinguir a bebida. As escolas cervejeiras levam em conta como a cultura cervejeira influencia no comportamento de quem consomem a cerveja, das inovações técnicas, estilos e produtos (MORADO, 2017).

Tratando-se dos estilos de cervejas, as escolas cervejeiras evidenciam facilmente as diferenças entre eles e conseguem expor a popularidade de alguns em relação a outros. Atualmente, as escolas cervejeiras são divididas em quatro principais, que são:

- Escola Germânica – formada pela Alemanha e República Tcheca;
- Escola Belga – formada pela Bélgica e França;
- Escola Britânica – formada por Inglaterra, Escócia, País de Gales, Irlanda do Norte e República da Irlanda;
- Escola Americana – formada pelos Estados Unidos.

Deve-se ressaltar que dentro de um mesmo país ou região são encontradas influências de diversas escolas. E dentro de cada escola cervejeira há inúmeros estilos de cervejas. Na escola cervejeira britânica, destacam-se os estilos *English IPA*, *Porter*, *Irish Stout*, *Bitter*, *British Brown Ale*, entre outras. Já na escola germânica os estilos mais famosos são *Pilsen*, *Weissbier*, *Weizenbock*, *Munich Dunkel*, *Munich Helles*, *Vienna Lager*, entre outros. A escola belga se destaca pelos estilos *Witbier*, *Saison*, *Lambic*, *Strong Ale* e as *Trapistas*. E, por fim, a escola americana com os estilos *American Lager*, *American Pale Ale*, *California Common*, entre outros (MORADO, 2017). A seguir estão descritos os principais estilos de cada escola cervejeira, bem como a comparação entre eles. Convém mencionar que cada escola detém inúmeros estilos de cervejas, que não foram apresentados.

2.2.1 Escola germânica

A Escola Germânica ou Alemã é considerada a mais tradicional entre as escolas cervejeiras. É marcada pela forte presença de cervejarias locais e pelas cervejas do tipo Lagers. Na Alemanha, a produção de cerveja remota à expansão do império romano e dos movimentos migratórios da região, destacado no início desse capítulo. O marco dessa escola se dá pela Lei de Pureza Alemã (citado no subcapítulo 2.1) que passou por modificações após a Segunda Guerra Mundial e com a entrada da Alemanha na União Europeia, autorizando maltes de outros cereais nas cervejas de alta fermentação. As principais características da escola cervejeira alemã são: a presença de lúpulos florais, amargor acentuado e caráter maltado (SCIENCE OF BEER, 2020).

Dentre as cervejas de baixa fermentação, as Lagers, o estilo Pilsen é o mais popular na escola alemã. A famosa *Czech Premium Pale Lager* é a verdadeira Pilsen, cujo nome deriva da cidade de origem, Pilsen na Boêmia, atual República Tcheca. É uma cerveja clara, como pode ser visualizado na Figura 3a, mais carbonatada, com sabor refrescante, equilibrado entre o amargor do lúpulo e a acentuada presença de malte. Cabe ressaltar que esse estilo se difere das cervejas vendidas em larga escala, também denominadas como pilsen, mas que não se enquadram neste estilo, pois apesar de serem visualmente parecidas, sendo claras e cristalinas, possuem sabores distintos (MORADO, 2017).

Figura 3 - Estilos de cervejas da Escola Germânica: (a) Pilsen, (b) Weiss e (c) Hells.



Fonte: Adaptado de Indupropil (2020).

A água com poucos sais e o lúpulo de alta qualidade, produzidos na cidade de Pilsen, fizeram uma cerveja dourada e bastante apreciada ao redor do mundo (DANIELS, 2000). Possui um teor alcoólico entre 4,2 e 5,8% apv (álcool por volume), com amargor entre 30 e 45 IBU e a cor variando entre 3,5 e 6 SRM (MORADO, 2017).

Outro estilo dessa escola são as cervejas Weiss/Weizen, que são a base de trigo, possuindo no mínimo 50% de malte desse cereal. Elas são identificadas pelos termos “Weizen” e “Weiss”, em alemão, que significam “trigo” e “branco”, respectivamente. As cervejas Weiss possuem um teor de álcool entre 4,3 e 5,6% apv e as Weizen, como a Weizenbock, por exemplo, possuem entre 6,5 e 9% apv em teor de álcool. De modo geral, são cervejas claras, de 2 a 25 SRM, como visualizado na Figura 3b, exceto pela Weizenbock que existe em versões claras e escuras, se destacando como típicas cervejas do verão europeu (MORADO, 2017).

Já no sul da Alemanha, se destacam as cervejas do estilo Helles, criado em 1894. É uma cerveja que possui uma coloração mais clara que a Pilsen (Figura 3c) e, por isso, o nome, em alemão Helles, que significa “claro”. Possui forte gosto de malte e uma quantidade reduzida de lúpulo (OLIVER; COLICCHIO, 2011). São cervejas que possuem uma espuma branca e cremosa, com teor alcoólico entre 4,7 e 5,4% apv, amargor entre 16 e 22 IBU e variação de cor de 3 a 5 SRM (MORADO, 2017).

2.2.2 Escola belga

Também conhecida como Escola Franco-Belga, essa escola cervejeira é tida com o paraíso da cerveja. Possui uma enorme variedade de cervejas e a reputação da melhor cerveja, além de ser o local da maior cervejaria do mundo, a Anheuser-Brusch (AB) Inbev. As constantes invasões ao território belga ao longo da história, proporcionou aos cervejeiros locais incorporarem culturas cervejeiras de outros povos (SCIENCE OF BEER, 2020).

Além disso, a instituição do catolicismo foi um dos fatores que impulsionou essa escola. Nos mosteiros católicos, os monges produziam cervejas como fonte de alimentação e para matar a sede dos peregrinos, dando origem às tradições monástico-cervejeiras, mantidas até hoje no país (SCIENCE OF BEER, 2020).

A Bélgica se destaca por possuir uma escola cervejeira marcada pela inventividade dos ingredientes adicionados à bebida. A escola oferece uma gama de sabores complexos, cervejas aromáticas de alto teor alcoólico e maturação em barris (SCIENCE OF BEER, 2020).

Dentre os estilos da escola belga, destacam-se as Witbier (Figura 4a). São cervejas que utilizam o trigo não maltado e que têm adição de semente de coentro e cascas de laranja, uma

fruta cítrica típica da ilha Curaçao. Pertencente as Ale, são cervejas refrescantes, saborosas com característica cítrica e secas. Possuem um teor alcoólico entre 4,5 e 5,5% apv, amargor entre 8 e 20 IBU e cor variando de 2 a 4 SRM (MORADO, 2017).

Outro estilo dessa escola, são as cervejas do tipo Saison (Figura 4b). A origem desse estilo remota à época em que não havia sistemas de refrigeração elétricos que dificultava a produção de cerveja durante a primavera na Bélgica, uma vez que as temperaturas sobem muito. Então, no final do inverno, produziam-se cervejas mais robustas, porém não muito fortes, para serem consumidas nos meses mais quentes (OLIVER; COLICCHIO, 2011). São apresentados na Figura 4 alguns dos estilos de cervejas do tipo Ale dessa escola.

Figura 4 - Estilos de cervejas da Escola Belga: (a) Witbier, (b) Saison e (c) Trapista.



Fonte: Adaptado de World of Beers (2020).

São cervejas densas, frutadas, complexas no aroma e no gosto, bastante carbonatadas e com um sabor refrescante entre a doçura do malte e a acidez final. Possuem um teor alcoólico variando entre 3,5 e 9,5% apv, amargor entre 20 e 35 IBU e cor entre 5 e 22 SRM (MORADO, 2017).

E as famosas cervejas trapistas (Figura 4c) que são apreciadas no mundo inteiro, também pertencem a escola belga. O termo “Trapista” não pode ser usado comercialmente por fabricantes que não sejam genuínos mosteiros trapistas. Portanto, são cervejas fabricadas exclusivamente em mosteiros e possuem alta carbonatação com um caráter expressivo de levedura (MORADO, 2017). Aquelas que são fabricadas fora do mosteiro recebem a denominação de cervejas de abadia (OLIVER; COLICCHIO, 2011).

Essas cervejas são claras, amargas, bem carbonatadas com uma presença de levedura trapista frutado-condimentado e paladar de malte granulado-doce. São de baixo teor alcoólico variando entre 4,8 e 6% apv, com amargor entre 25 e 45 IBU e coloração de 3 a 5 SRM (MORADO, 2017).

2.2.3 Escola britânica

O início da Escola Britânica é marcado pela produção de cervejas pelas mulheres, conhecidas como *alewives* (esposas cervejeiras). Durante a Idade Média, a cerveja foi uma das bebidas mais consumidas na Bretanha e, a partir da comercialização da bebida pelas mulheres, surgiram as casas, as *alehouses* e posteriormente as *public houses*, os pubs. Dentre os estilos desta escola, as cervejas do tipo Porter (Figura 5b) e, posteriormente, as Stouts (Figura 5c) ganharam grande destaque, dominando o mercado britânico até meados do século XIX, quando surgiram as Pale Ales e Ipas (Figura 5a). Essas típicas cervejas da escola britânica são do tipo ale, alta fermentação, e possuem como características o amargor perceptível e uma boa carbonatação. Outro aspecto dessa escola é que as cervejas são consumidas diretamente do barril, e não engarrafadas (SCIENCE OF BEER, 2020).

São apresentados na Figura 5 três dos estilos de cerveja da escola britânica, IPA, Porter e Stout, a fim de que seja mais bem visualizado suas características e como esses estilos diferem entre si, mesmo dentro de uma mesma escola cervejeira.

Figura 5 - Estilos de cervejas da Escola Britânica: (a) IPA, (b) Porter e (c) Stout.



Fonte: Adaptado de SINDICERV (2020).

Um dos estilos mais populares do mundo foi criado durante a ocupação inglesa na Índia. Com clima tropical e um longo período de viagem, era necessário a produção de uma cerveja que conseguisse resistir bem a esses aspectos. Assim, nasceu a IPA – India Pale Ale – com um teor de lúpulo maior do que as cervejas que eram produzidas. Com pouca espuma, a IPA possui cores que variam do âmbar-dourado ao cobre-claro e com um marcante aroma de lúpulo floral. Possui um teor alcoólico que varia entre 5 e 7,5% apv, com amargor entre 40 e 60 IBU (Figura 2) e cor que varia entre 6 e 14 SRM (MORADO, 2017).

Comumente chamada de Porter na Grã-Bretanha, este estilo de cerveja tinha popularidade entre a classe trabalhadora nos portos de Londres, de onde provavelmente surgiu sua denominação. Possui um teor alcoólico entre 4 e 5,4% apv, amargor entre 18 e 35 IBU e cor que varia entre 20 a 30 SRM (MORADO, 2017). O estilo Porter se popularizou e conquistou a apreciação dos consumidores, muito provável pelas suas características de malte tostado e cor mais escura (DANIELS, 2000).

Com o sucesso do estilo Porter, começou a se produzir uma Porter mais encorpada, cremosa, robusta, em inglês “stout”. No entanto, as cervejas Irish Stout não são mais alcoólicas que as English Porter e são reconhecidas pela sua coloração mais escura, pelo aroma torrado e pelo toque de chocolate ou cacau. São amargas e secas, apresentando um teor alcoólico entre 4 e 4,5% apv, amargor entre 25 e 45 IBU (Figura 2) e cor entre 25 e 40 SRM (MORADO, 2017).

2.2.4 Escola americana

Sabe-se que os nativos norte-americanos já produziam cerveja antes da chegada dos europeus, mas foram os holandeses os primeiros europeus a elaborar cerveja nos EUA, intensificando sua produção com a chegada de ingleses e alemães. Ao longo dos séculos, os cervejeiros americanos começaram a experimentar a adição de outros grãos, como milho e arroz, nas cervejas com o intuito de torná-las mais claras (SCIENCE OF BEER, 2020).

A mais nova entre as quatro escolas é marcada pelo renascimento da cultura de cerveja artesanal. Após a revogação da Lei Seca e em um cenário de Segunda Guerra Mundial, em que a ordem era racionar o abastecimento de grãos, os cervejeiros norte-americanos se viram cercados pela escassez de matérias-primas e então, começaram a dinamizar a produção de cervejas com adição de outros insumos (SCIENCE OF BEER, 2020).

Uma das características marcantes dessa escola é a utilização de insumos locais, como o lúpulo americano que conferem às cervejas um perfil cítrico, frutado e floral, e intensos aromas e sabores. As cervejas norte-americanas são mais maltadas, lupuladas e até mesmo com

maior teor de álcool. A escola é tida como pioneira, não apenas pelos ingredientes inusitados, mas também pela combinação de estilos diferentes entre si (SCIENCE OF BEER, 2020).

Como já supracitado, a escassez de matérias-primas fez com que os cervejeiros nos Estados Unidos reinventassem a cerveja. Além de substituírem parte do malte de cevada por outros cereais, reduziram a quantidade de lúpulo. Assim surgiu as cervejas American Lager (Figura 6a) que, com o apoio da publicidade, tornou-se o estilo de cerveja de consumo em massa ao redor do mundo. Muitas cervejas autodenominadas Pilsner na verdade são cervejas do estilo *American Beer*. São cervejas refrescantes, com cor amarelo-clara, transparentes e com espuma clara pouco persistente. O teor alcoólico varia entre 4,2 e 5,3% apv, com um amargor entre 8 e 18 IBU (Figura 2) e cor entre 2 e 4 SRM (MORADO, 2017). São apresentados três estilos de cervejas da escola americana na Figura 6.

Figura 6 – Estilos de cervejas da Escola Americana: (a) American Lager, (b) APA e (c) California Common.



Fonte: Adaptado de Império do Malte (2018), Indupropil (2020) e Anchor Brewing (2021).

Outro estilo da escola americana são as cervejas American Pale Ale (APA, Figura 6b), que diferem das English Pale Ale apenas na origem dos ingredientes utilizados que, neste caso, são norte-americanos. Foi através da produção das Ales americanas que se difundiram as matérias-primas utilizadas nos Estados Unidos. O lúpulo apresenta sabores mais cítricos e frutados e foram os responsáveis por dar característica a estilos tradicionais americanos como as Ale (OLIVER; COLICCHIO, 2011). Essas cervejas apresentam coloração variando do dourado claro ao âmbar claro e com um leve perfil de maltes caramelados. O teor alcoólico varia entre 4,5 e 6,2% apv, com amargor entre 30 e 50 IBU (Figura 2) e cor entre 5 e 10 SRM (BJCP, 2015).

O estilo de cerveja California Common (Figura 6c) surge nos EUA uma década depois da explosão das Pilsner. Muitos cervejeiros de origem alemã viviam na Califórnia e tentaram difundir o estilo no oeste dos EUA. A bebida é fabricada com levedura Lager, porém fermentada a temperaturas de cervejas do tipo ale. Possui um grau perceptível de malte torrado e caramelo. Cervejas desse estilo comumente são referidas, no inglês, como *steam beer* e famosas pela *Anchor Brewing Company* de São Francisco. Possui um teor alcoólico variando entre 4,6 e 5,7% apv, com amargor entre 35 e 45 IBU e cor entre 8 e 15 SRM (CRAFT BEER, 2020).

2.2.5 Fruit beer

As Fruit Beer é um grupo de estilos de cerveja que utilizam frutas ou uma combinação dessas em suas cervejas (MORADO, 2017). Não é uma nova escola cervejeira, mas devido seu conjunto de estilos e técnicas de produção, como a utilização de matérias-primas diversas e suas inovações, foi inserida, neste trabalho, neste subcapítulo.

A adição de frutas à cerveja é uma prática antiga. No entanto, esse era um costume comum apenas em estilos específicos, como as cervejas Lambics. Adicionar frutas a outros estilos é uma tendência relativamente nova. A fabricação caseira e a revolução da cerveja artesanal trouxeram ao mercado cada vez mais cervejas diversas com adição de frutas (CRAFT BEER JOE, 2017).

Com o propósito de se obter um diferencial na cerveja, acrescenta-se à bebida uma ou mais frutas, que conferem sabor e características diversas, indo além das cervejas frutadas. A presença de fruta não tem objetivo de sobrepor o estilo original da cerveja e sim de enriquecer a bebida, sendo fundamental buscar o equilíbrio com a cerveja. Essas cervejas são identificadas, comercialmente, com a descrição nos rótulos do estilo básico empregado e as frutas utilizadas (MORADO, 2017).

O teor alcoólico, o amargor em escala IBU e a cor da cerveja, em escalas de SRM ou EBC, irão variar de acordo com a cerveja do estilo base utilizado. No entanto, na maioria das vezes, a fruta utilizada irá refletir no aroma, no sabor e também na cor da bebida (BJCP, 2015), como pode ser observado na Figura 7, que ilustra uma *fruit beer* produzida pela cervejaria argentina Baum.

Figura 7 – *Fruit Beer* de morango e cereja.



Fonte: Adaptado de Cerveza Baum (2017).

2.3 A cerveja no Brasil

Durante o período de colonização, a cachaça era a bebida alcoólica mais popular no Brasil, tendo como protagonistas a cana-de-açúcar, o imigrante português e o escravo africano. A cerveja demorou a ter seus primeiros registros no país, uma vez que, além da cachaça, era comum o consumo de licores e vinhos importados da França e Portugal. Uma cervejaria foi instalada no ano de 1640 em Recife, pelo Conde Maurício Nassau, porém, com a expulsão dos holandeses, a bebida sumiu por quase 150 anos, retornando apenas em 1808 com a Família Real (MORADO, 2017).

A Família Real Portuguesa ao chegar ao Brasil trouxe consigo, além de novos costumes e produtos, mais imigrantes, com a conseqüente abertura dos portos às nações amigas. Na prática, os portos foram abertos à Inglaterra, conforme acordado por Dom João VI com a coroa inglesa, antes de fugir de Lisboa. Conseqüência dessa abertura dos portos foi a comercialização da cerveja vinda da Inglaterra, até então, maior produtora da bebida na Europa. Além disso, os comerciantes ingleses que se instalaram na então colônia não abriam mão de seus costumes, incluindo a apreciação pela cerveja (SANTOS, 2004).

É difícil datar o início da produção da cerveja no Brasil. Há alguns relatos de imigrantes no sul do país durante o começo do século XIX com conhecimentos para produção da bebida, ao mesmo tempo em que o primeiro documento, o Jornal do Comércio do Rio de Janeiro, relatou a produção e comercialização da cerveja em 1836 no sudeste do Brasil (SANTOS, 2004).

Em 1880, surgiu a primeira cervejaria industrializada, a Friederich Christoffel, em Porto Alegre, uma região de imigração alemã, ficando evidente a relação do início da indústria cervejeira no Brasil com a imigração alemã (SANTOS, 2004). Como no caso dos ingleses, de maneira geral, a imigração europeia para o Brasil trouxe consigo sua cultura e seus hábitos característicos. Os imigrantes trouxeram as habilidades industriais, tornando-se os primeiros empresários e, ao mesmo tempo, o mercado consumidor cervejeiro, uma vez que possuíam um consumo da bebida bem superior ao dos antigos trabalhadores, os escravos (KÖB, 2000).

Em meados de 1888, no Rio de Janeiro, foi fundada a Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia. e, pouco tempo depois, é criada a Companhia Antartica Paulista – Fábrica de Gelo e Cervejaria, em São Paulo, que se tornaria a Companhia Antartica Paulista em 1891 (GAUTO; ROSA, 2013).

A produção brasileira iniciou-se de forma exclusivamente artesanal, concentrada no Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, com um crescente aumento da produção até o início da Primeira Guerra Mundial, quando houve a suspensão do abastecimento das matérias-primas, cevada e lúpulo, de origens alemã e austríaca (SANTOS, 2004).

A limitação de cevada e lúpulo era contornada com o uso de outros cereais típicos no Brasil, como o arroz, milho, trigo, entre outros. Além dessas limitações de matérias-primas, as instalações eram rudimentares, fazendo com que a produção brasileira tivesse grandes dificuldades no controle da fermentação e gás carbônico. Essas dificuldades (falta de controle da quantidade de gás carbônico presente na bebida) fizeram com que as cervejas fossem lacradas com uma rolha e barbante para impedir que a rolha estourasse. Foi assim que durante essa época a cerveja ficou conhecida no Brasil como “cerveja barbante” ou “marca barbante”.

Outro aspecto que dificultava a produção era a refrigeração da bebida em um país tropical como o Brasil, em que máquinas a vapor ainda eram caras e de difícil acesso (MORADO, 2017).

Considerando a escassez de recursos tecnológicos para controlar a fermentação a temperaturas mais amenas, de maneira geral, as cervejas produzidas no Brasil tinham como característica a alta fermentação. Nesse cenário, em que a produção de cerveja de baixa fermentação, em temperaturas mais amenas, possuía um custo significativamente mais elevado, as cervejas artesanais tiveram grande espaço no mercado, até início do século XX (KÖB, 2000). Sendo que a chegada das máquinas compressoras frigoríficas facilitou o processo de fermentação, contribuindo para o desenvolvimento da indústria cervejeira no país.

Durante a década de 1980, ocorreu uma transformação mundial valorizando a cultura da cerveja. O pós-guerra levou a um renascimento mundial em todos os setores e a uma

produção em massa, de tal modo que até mesmo a cerveja foi perdendo sua diversidade e nuances e tornou-se padronizada. Com o surgimento da CAMRA, mencionado neste capítulo no tópico “Avanços na produção”, e com a revogação das restrições à produção caseira de cerveja nos Estados Unidos, em 1979, o mercado cervejeiro mundial passou por uma revitalização da cultura cervejeira. Iniciada na Inglaterra e nos Estados Unidos, a revalorização da cerveja chegou ao Brasil em um contexto nacional propício. Em 1986, o país se encontrava em um momento pós o fim do regime militar, com abertura dos portos para importações e mudanças sociais marcantes. Impulsionado por essa mudança, o Brasil passou a abrir microcervejarias, ampliando e diversificando o mercado. Ocorreu então uma proliferação de cervejarias no país e, em 1980, foi aberta a Cervejaria Kaiser em Divinópolis – MG e, em 1989, a Primo Schincariol no interior do estado de São Paulo (MORADO, 2017).

A década de 1990 foi marcada pela abertura de cervejarias e pela renovação do mercado cervejeiro brasileiro, sendo incorporados os estilos ingleses e americanos (GAUTO; ROSA, 2013). Nesse cenário, surge em 1995 a primeira microcervejaria brasileira, a Dado Bier, apresentando ao país um novo mercado (DADOBIER, 2019). É nessa mesma década, no ano de 1999, que a Companhia Antártica Paulista e a Companhia Cervejeira Brahma se fundiram, originando a AmBev (Companhia de Bebidas das Américas). Consequência dessa união, a produção da bebida em escala industrial começou a ser mais expressiva e passou a tomar conta do mercado consumidor (GAUTO; ROSA, 2013).

Em 2004, a AmBev e a Interbrew, uma cervejaria belga, se uniram para compor a AB Inbev, a maior cervejaria do mundo em volume de produção até então, o que deu ao mercado brasileiro característica de oligopólio, já que as duas maiores cervejarias (Heineken e Ambev), detêm por volta de 80% da produção nacional (GAUTO; ROSA, 2013). A AmBev e sua posterior fusão foram um marco na história da indústria cervejeira brasileira e mundial nos últimos tempos (MORADO, 2017).

Aos poucos o estilo padrão de cerveja no Brasil, conhecido no país como Pilsen, começou a ser enfrentado pelas novidades no mercado cervejeiro, marcadas pela influência americana, com diversidade nos aromas, sabores e texturas de estilos antes desconhecidos pelo consumidor. Porém, é a partir de 2006, com a criação da Associação dos Cervejeiros Artesanais Cariocas (ACERVA Carioca), que as cervejas artesanais começam a ganhar força no mercado cervejeiro. A iniciativa foi tão bem-sucedida que repercutiu em todo o país, promovendo a criação de outros grupos regionais. Então, a partir dessas iniciativas é que cervejeiros caseiros, microcervejarias e importadores de insumos cervejeiros foram transformando o cenário

brasileiro, incitando a curiosidade dos formadores de opiniões e, conseqüentemente, dos consumidores (MORADO, 2017).

Segundo um estudo da Mintel (2019), uma Instituição de Pesquisas de Mercados e Negócios, no ano de 2019, o Brasil foi o segundo mercado de cervejas do mundo em nível de inovação. Atrás somente dos EUA, que deteve 17% dos lançamentos de cervejas artesanais, o Brasil alcançou o valor de 9% dos lançamentos nesse ano. Mesmo com o destaque em inovação no mercado de cervejas artesanais, o Brasil ainda possui apenas 1% do mercado em cerveja artesanal. Além da dificuldade com relação aos insumos, de acordo com o relatório do Sistema de Inteligência Setorial do Sebrae de Santa Catarina (SIS, 2018), um dos principais fatores que afetam o crescimento das cervejarias no Brasil são os aspectos regulatórios e tributários do país. Até o ano de 2017, a alta carga tributária e a ausência de legislação que diferenciasse as microcervejarias dos grandes grupos cervejeiros – o que permite que sejam aplicadas as mesmas alíquotas para ambas – impactaram diretamente esse segmento do mercado. Porém, no ano de 2018, o regime tributário “Simples Nacional” passou a enquadrar as microcervejarias, tornando a atividade mais atrativa, uma vez que esse regime reduz e simplifica os tributos impostos a esses empreendimentos. Este é um segmento em expansão no país, mas que ainda tem grande oportunidade de crescimento.

3 ASPECTOS ECONÔMICOS

A indústria cervejeira caracteriza-se por apresentar um elevado grau de internacionalização e tem um rápido processo de globalização. Como citado no capítulo anterior, foi através das colonizações, das trocas culturais, empreendimentos comerciais e as grandes viagens que a cerveja conquistou o mundo. O número de cervejas e marcas que têm se convertido em produtos globalizados, nas últimas duas décadas, aumentou expressivamente. A renda e a mudança social em países em desenvolvimento são um dos principais contribuintes para o aumento no consumo e disseminação da cultura cervejeira (GAUTO; ROSA, 2013).

3.1 Cenário mundial

Como negócio, a indústria cervejeira é bastante diversificada, trazendo inúmeras possibilidades de tipos ou estilos da bebida. É um dos negócios mais antigos que esteve sempre na base do desenvolvimento econômico, sendo não somente um setor empregador, mas também importante contribuinte de impostos. Perpetuando os caminhos da história humana, a cerveja foi atividade caseira, passando à atividade regional e tornou-se multinacional com o capitalismo moderno (MORADO, 2017).

Após o período entre guerras e com a renascença da cultura cervejeira, o mercado de cervejas teve uma expressiva expansão e consolidação das grandes cervejarias. O final do século XX e início do XXI foram marcados pela transição da indústria cervejeira que, com as fusões das cervejarias, levaram a uma concentração cada vez maior do mercado nas mãos de poucas empresas. Nas últimas décadas o setor sofreu um dos mais intensos movimentos de fusões e aquisições de toda a indústria mundial (MORADO, 2017).

Como supracitado no subcapítulo 2.4 “A cerveja no Brasil”, a fusão da AmBev com a Interbrew impactou não só o mercado nacional da indústria cervejeira como também o internacional, liderando o mercado mundial em produção cervejeira. As cinco maiores empresas cervejeiras, de acordo com o relatório de Barth-Hass emitido em outubro de 2020, são: AB Inbev, Heineken, China Snow, Carlsberg e Molson Coors, com base no quesito de volume de produção.

No cenário de 2018, a AB InBev detinha aproximadamente 29,8% da produção mundial de cerveja, seguida pela Heineken com 12,3% e pela China Resources Snow Breweries com 6,4% da produção mundial. Nesse mesmo ano, a Heineken e o Grupo Petrópolis tiveram um

aumento expressivo em sua produção, com crescimento de 16 e 5 milhões de hectolitros, respectivamente. O Grupo Efes, do Peru, também obteve um crescimento expressivo de 11 milhões de hectolitros, que está relacionado à aquisição das cervejarias ABI na Rússia e Ucrânia (BARTH-HASS, 2019). Como é mostrado na Figura 8, as sedes destas companhias estão principalmente na Europa, continente no qual estão localizadas três das cinco maiores cervejarias do mundo.

Figura 8 – Localização das maiores cervejarias do mundo em produção.



Fonte: Freitas (2019).

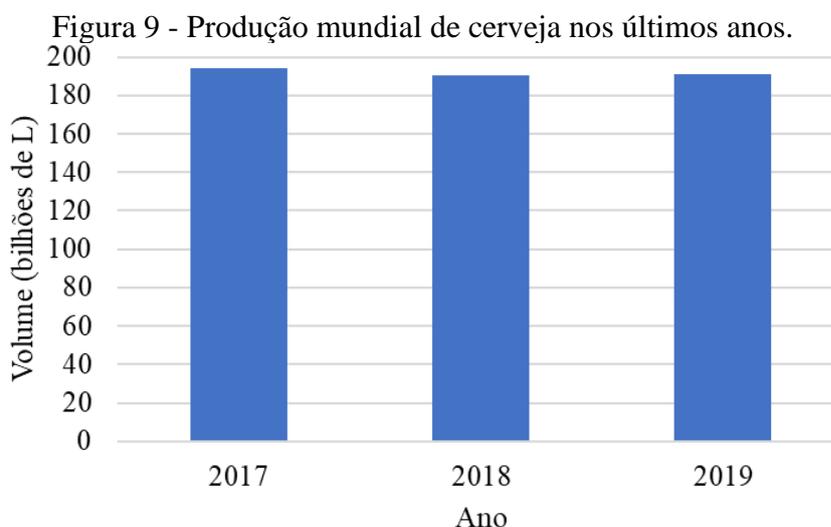
Ao analisar o cenário mundial pré-pandemia de Covid-19, em 2019, tem-se uma participação no mercado liderada pelas mesmas empresas de 2018, com pequena redução dos percentuais da AB InBev e da China Res. Snow Breweries e um aumento da participação da Heineken, resultando em 29,3%, 12,6% e 6,0% de participação no mercado, respectivamente (BARTH-HASS, 2020).

A Figura 9 faz um comparativo entre a produção mundial de cerveja nos anos de 2017 a 2019 e é possível observar que em 2018 houve uma queda de 3,78 bilhões de litros, aproximadamente 2% do volume da produção mundial, em relação ao ano anterior.

O declínio observado é pautado sem muitos precedentes, sendo causado, principalmente, pela queda na produção de dois dos maiores produtores da bebida, China e Estados Unidos, com destaque para redução de 5,9 bilhões de litros na China. Como a China é

líder na produção de cerveja, a queda registrada por esse país reflete fortemente no cenário mundial (BARTH-HASS, 2019).

Apesar de ter apresentado uma baixa na produção mundial em 2018, em comparação com o volume produzido em 2017, dos 171 países produtores de cerveja, apenas 34 relataram declínio. Outros 85 países apresentaram crescimento na produção da bebida, com destaque ao continente europeu, sendo na Rússia, Romênia e Reino Unido os maiores registros de crescimento da produção (BARTH-HASS, 2019).



Fonte: Elaborado a partir dos dados de Barth-Hass (2019 e 2020).

Já em 2019, é possível observar um ligeiro aumento na produção mundial de cerveja de 0,5% em comparativo com o ano anterior (BARTH-HASS, 2020). Nesse mesmo ano, 2019, os continentes da Ásia, América e Europa, juntos, corresponderam por aproximadamente 92% da produção mundial de cerveja, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Comparativo entre produção e consumo de cerveja nos continentes em 2019.

Continentes	Participação na produção mundial de cerveja	Participação no consumo mundial de cerveja
América	32%	31%
África	7%	8%
Ásia	32%	33%
Europa	28%	27%
Oceania	1%	1%

Fonte: Elaborado a partir de dados de Barth-Hass (2020) e Kirin Beer University Report (2020).

No ano de 2018, em relação a 2017, o continente asiático registrou uma queda de 8,54% na produção, que muito se deve a baixa registrada pela China. Em 2019, a China continuou sua

redução na produção de cerveja: foram cerca de 4670 hectolitros de cerveja a menos. Ainda assim, o continente liderou a produção em 2019, juntamente com a América, tendo uma expressiva participação regional, como é possível observar na Tabela 1, que representa a participação dos continentes na produção de cerveja neste ano (BARTH-HASS, 2019, 2020).

Ao se tratar da produção por continentes, os cinco maiores países produtores desenham bem o cenário. Em 2019, o ranking dos maiores produtores de cerveja continuou sendo liderado pelos mesmos países do ano de 2018: China, Estados Unidos, Brasil, México e Alemanha, que juntos correspondem a mais da metade do volume de cerveja produzido mundialmente, como mostra a Tabela 2, com dados da produção desses países nos anos de 2018 e 2019 (BARTH-HASS, 2019).

Apesar de a Espanha ter aumentado sua produção em 2019, Alemanha e Polônia sofreram quedas acentuadas, fazendo com que a produção na Europa se mantivesse estável. Ao analisar a participação de produção no mercado mundial em 2019, Tabela 2, a China como maior produtora representa 19,68%, os Estados Unidos 11,02%, Brasil com uma participação de aproximadamente 7,57%, México com 6,49% e Alemanha com cerca de 4,79% (BARTH-HASS, 2020).

Tabela 2 – Maiores produções mundiais de cerveja de acordo com o país.

País	2018 (milhões hL)	2019 (milhões hL)	Varição (%)
China	381,200	376,530	- 1,22
Estados Unidos	214,607	210,884	- 1,74
Brasil	141,379	144,772	2,40
México	119,800	124,200	3,67
Alemanha	93,652	91,610	-2,18

Fonte: Elaborado a partir dos dados de Barth-Hass (2020).

É importante ressaltar o papel das economias emergentes na indústria cervejeira, sendo que três dos cinco maiores produtores mundiais (China, Brasil e México) são países em desenvolvimento. Deve-se salientar também que, dentre os cinco maiores produtores de cerveja, somente Brasil e México obtiveram um aumento em sua produção de 2018 para 2019, os demais países apresentaram quedas, como mostra a Tabela 2.

Ao analisar o consumo anual per capita de cerveja em 2019, apresentado na Tabela 3, nota-se que dentre os cinco maiores produtores mundiais, a Alemanha é o único país que se mantém no *ranking* de maiores consumidores, sendo o terceiro país com maior consumo anual per capita.

Tabela 3 - Consumo de cerveja *per capita* por país em 2019.

País	Consumo anual <i>per capita</i> (L)
República Tcheca	188,6
Áustria	107,8
Romênia	100,3
Alemanha	99,0
Polônia	97,7

Fonte: Kirin Beer University Report (2020).

Os Estados Unidos, segundo maior produtor mundial da bebida, apresentam um consumo per capita de 72,7 litros de cerveja, colocando-o como o vigésimo país no *ranking* de consumo. O Brasil é outro exemplo dessa mudança de posição, no ano de 2019 apresentou um consumo per capita de aproximadamente 58,4 litros, sendo o trigésimo país no *ranking* de consumo anual per capita, mesmo sendo o terceiro maior produtor mundial (KIRIN BEER UNIVERSITY REPORT, 2020). Essa diferença entre produção e consumo relatada está associada ao fato da política comercial adotada por cada país em relação às bebidas alcoólicas, bem como à carga tributária atribuída às cervejas, além de outros fatores como a cultura local.

Ao comparar o consumo de cerveja por continente em 2019, apresentado na Tabela 1, observa-se que, em relação à participação na produção, a Ásia e a África aumentaram ligeiramente sua participação, enquanto Europa e América tiveram um pequeno decréscimo. O consumo de cerveja na Ásia foi o maior em relação aos demais continentes pelo 12º ano consecutivo, apesar de ter ocorrido uma queda no consumo de 0,4% na China, outros países apresentaram altas significativas. Como foi o caso do Vietnã, que registrou alta de 3,4%, da Índia com 3,1% e das Filipinas com um percentual maior de consumo da bebida, 5,1% (KIRIN BEER UNIVERSITY REPORT, 2020).

Em relação ao consumo na América em 2019 (Tabela 1), representando o segundo continente no *ranking* de consumo mundial, houve um aumento de 0,2% em relação ao ano anterior. Essa alteração se deve principalmente aos países das Américas do Sul e Central, como o México que registrou um aumento de 3,8% e a Colômbia com 5,0% a mais no consumo da cerveja (KIRIN BEER UNIVERSITY REPORT, 2020).

Outro importante aspecto, que está diretamente relacionado às questões econômicas da produção de cerveja, é o cultivo de lúpulo. Por apresentar algumas exigências climáticas para cultivo, a produção mundial acaba se concentrando em alguns países que possuem características favoráveis à sua produção. Os Estados Unidos, Alemanha, República Tcheca e China, juntos corresponderam em 2019 a aproximadamente 87% da produção mundial de lúpulo (IHGC, 2020). Segundo a Aprodúpulo (2020), Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo, o Brasil

importou cerca de 3,6 mil toneladas em 2019. O grande número em importação, no entanto, tende a diminuir com a evolução dos projetos que vem surgindo e ganhando amplitude no país. Nota-se, portanto, que o cultivo dessa matéria-prima favorece a produção cervejeira no país, visto que há uma diminuição na dependência de importações, reduzindo os custos com este insumo.

Ao se tratar da área mundial plantada para a safra de 2020, há cerca de 62110 hectares destinados ao lúpulo, dos quais 40% estão localizados nos Estados Unidos (IHGC, 2020). A Figura 10 mostra a estimativa de produção de lúpulos para 2020, em toneladas, nos principais países produtores, com base no último relatório publicado em novembro de 2020 pelo IHGC (*International Hop Growers' Convention*).

Figura 10 – Estimativa da produção mundial de lúpulos em 2020.



Fonte: Elaborado a partir dos dados do relatório do IHGC (2020).

Houve uma expansão na área de cultivo de lúpulo no ano de 2020. Em relação ao ano anterior, houve um aumento de 1100ha, com uma significativa expansão na área de produção nos Estados Unidos das variedades aromáticas, como Citra, Mosaic e Idaho 7. Essa expansão contrasta com a redução de área plantada para as variedades de sabor na Alemanha (IHGC, 2020).

Além disso, o relatório dos países incluídos na Convenção Internacional dos Produtores de Lúpulo (IHGC), apontou que em 2020, a estimativa para área de cultivo de lúpulo atingiria seu nível mais alto desde a safra de 1997. Em relação às estimativas feitas, Estados Unidos,

Alemanha, China e República Tcheca continuariam liderando o mercado mundial em produção, como mostra a Figura 10. A grande participação mundial dos quatro países supracitados na produção de lúpulos em 2020, corresponde a 39% nos Estados Unidos, seguido pela Alemanha com 38% da produção mundial, da China com 5,7% e da República Tcheca com cerca de 4,8% da produção de lúpulo.

Além do lúpulo, a cevada possui grande relevância no mercado cervejeiro, por ser a matéria-prima que fornece o potencial de extrato, para converter amido em açúcares fermentáveis e ser usada em grandes quantidades para a produção da bebida. O cereal tem grande importância na economia mundial. Além da indústria de bebidas, a cevada é também utilizada na indústria de alimentos, na indústria farmacêutica, para a produção de medicamentos, e na agroindústria, sendo empregada na alimentação animal (AGEITEC, 2021).

Em 2020, a cevada ocupou o 4º lugar do *ranking* na colheita de grãos, no mundo, com uma produção de cerca de 170 milhões de toneladas (LOC SOLUTION, 2020). A previsão para a safra de 2020/2021 é que ocorra um aumento de 0,39% na produção mundial desse grão. A Rússia, é a maior detentora da produção de cevada com um valor estimado de 20,6 milhões de toneladas (USDA, 2021).

3.2 Cenário nacional

Ao se tratar do Brasil, é possível identificar na Figura 10 a ausência do país em relação à produção de lúpulos. Como o lúpulo é típico de regiões de clima temperado e por ser muito sensível às variações de umidade e temperatura, grande parte de sua produção ocorre em regiões mais frias, o que dificulta seu cultivo em países tropicais como o Brasil. No entanto, há várias iniciativas de produção de lúpulo nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Mesmo que essas iniciativas ainda não promovam a autossuficiência do país, já são indícios na diminuição da dependência de importação desse insumo no mercado internacional (MORADO, 2017).

Além do lúpulo, a região sul do Brasil é detentora de outro insumo para a produção da cerveja: a cevada. Cerca de 50% da área plantada de cevada no país, em 2020, concentra-se no estado do Paraná, mais precisamente na cidade de Guarapuava. A colheita de cevada nesse ano sofreu uma redução de 10%, devido à estiagem nos meses de julho e agosto, afetando a fase de floração e frutificação, quando mais se necessita dos recursos hídricos. Ainda assim, os grãos tiveram uma boa germinação e obteve-se uma colheita de aproximadamente 261.912 toneladas só no estado do Paraná. Com a excelência do grão produzido e a valorização do dólar, os preços

alcançaram os melhores patamares dos últimos anos. A saca foi comercializada, em 2020, por 82,00 reais, 37% acima do valor médio de 2019 (LOC SOLUTION, 2020).

Segundo a Loc Solution (2020), mesmo com o setor cervejeiro registrando queda devido à pandemia da Covid-19, no campo a produção não foi atingida, uma vez que a safra colhida em 2020 irá gerar o malte para o próximo ano, 2021.

A indústria cervejeira representa um importante indutor da economia brasileira, sendo um dos setores mais importantes. O setor cervejeiro está entre os maiores setores que empregam no país. Como a indústria move diversos outros setores, sua atuação no mercado é responsável por aproximadamente 2% do PIB brasileiro e 14% da indústria de transformação nacional (CERVBRASIL, 2020). Grande impacto sob esses aspectos econômicos do Brasil se deve às grandes cervejarias instaladas no país, Ambev, Heineken e Grupo Petrópolis. No *ranking* mundial dos quarenta melhores grupos cervejeiros do mundo de 2019, o Brasil aparece como décimo-primeiro colocado com o Grupo Petrópolis, empresa brasileira, apresentando uma produção de 29,5 milhões de hectolitros de cerveja, que representa a participação de 1,5% da produção mundial. O grupo AB InBev, de origem belga, que detém a maior cervejaria do Brasil (Ambev) e o grupo Heineken, de origem holandesa, dono da segunda maior cervejaria no Brasil, produziram 561,4 e 241,4 milhões de hectolitros de cerveja, representando respectivamente uma participação de 29,3 e 12,6% no mercado mundial. Assim como no Brasil, essas duas cervejarias são as maiores empresas da indústria cervejeira no mundo (BARTH-HASS, 2020).

Ao considerar os demais tipos de bebidas alcoólicas, bem como os fluxos de importação e exportação desse mercado no Brasil, a cerveja destaca-se como a bebida predominantemente nas vendas, correspondendo a cerca de 91,4% das vendas. Mesmo com grande participação no mercado de bebidas alcoólicas, as vendas de cerveja durante os anos de 2015 a 2019 sofreram bastante oscilação. É notável a tendência da retomada do crescimento das vendas de cerveja a partir de 2019, como mostrado na Tabela 4. No entanto, esse crescimento sofreu interferências em 2020 devido a pandemia da Covid-19 (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020 apud VIANA, 2020, p.2). As medidas restritivas para conter a pandemia durante o ano de 2020, causaram impacto no mercado de bebidas alcoólicas. Os dados da Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física (PIM-PF), do IBGE, mostram uma queda de aproximadamente 4,5% para a produção de bebidas alcoólicas no acumulado do ano de 2020 em relação ao acumulado do ano de 2019 (IBGE, 2021).

Como mostra a Tabela 4, é notável a grande participação da cerveja no mercado brasileiro de bebidas alcoólicas. No entanto, bebidas *Ready-to-drinks* (RDTs), que constituem uma mistura de um *spirit* (que são os principais tipos de destilados como uísque, gin, tequila,

aguardente, entre outros), um vinho ou malte, com uma bebida não alcoólica, servidas pré-misturadas e prontas para beber, tem se destacado no mercado.

Para o período observado, de 2015 a 2019, as RDTs apresentaram um crescimento de 46,6%, um padrão bem diferente das demais categorias (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020 apud VIANA, 2020, p.4).

Tabela 4 - Vendas de bebidas alcoólicas no Brasil entre 2015 e 2019 (em milhares de L).

Bebidas	2015	2016	2017	2018	2019
Cerveja	13.282.600	12.602.700	12.385.000	12.202.400	12.634.000
Vodca, Whisky, Cachaça, Gin e outros (<i>spirits</i>)	726.236	712.173	708.221	707.904	712.113
Vinho	352.200	325.000	316.000	321.900	330.400
RDTs/HS	92.127	126.312	129.243	130.891	135.117
Cidras	15.679	16.060	16.395	16.722	17.046
Total	14.468.843	13.782.245	13.554.859	13.379.816	13.828.676

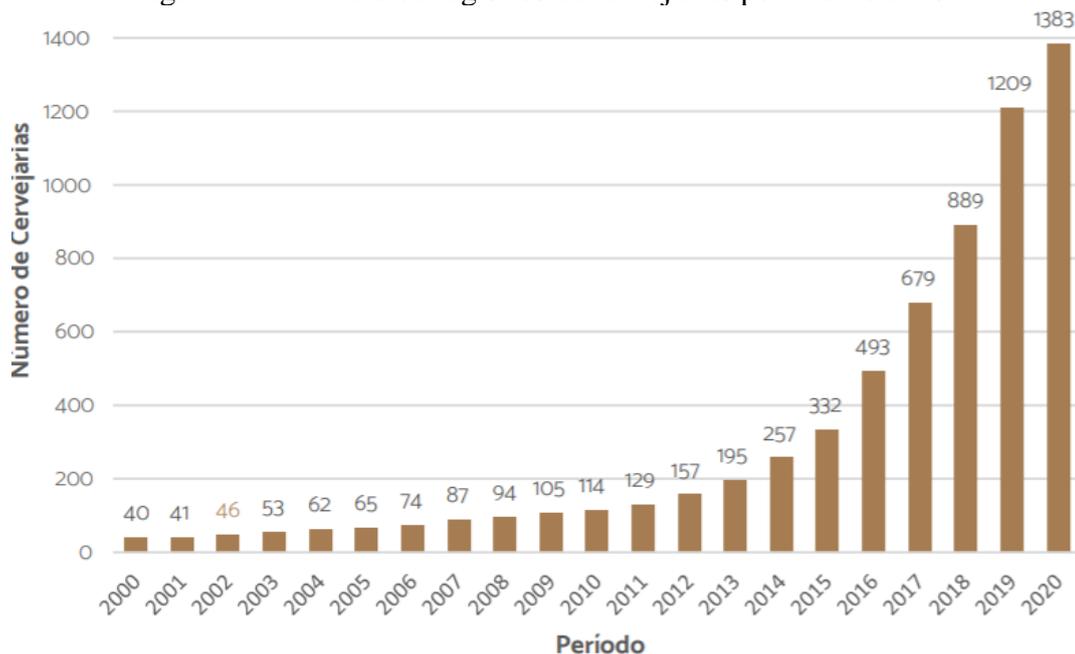
Fonte: Euromonitor International (2020 apud VIANA, 2020, p.2).

Pela Tabela 4, o volume de cerveja produzido no país em 2019, registrou crescimento após quatro anos consecutivos de queda. Este fato está relacionado às condições econômicas no país, que continuaram a melhorar gradualmente (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020).

No ano de 2019, mesmo com a predominância das grandes empresas, a indústria cervejeira brasileira alcançou a marca de 1209 cervejarias registradas, como mostra a Figura 11, em vinte e seis Unidades da Federação, tendo somente o estado do Acre com ausência de cervejarias registradas. Durante esse mesmo ano, foram 320 novas cervejarias registradas no MAPA, em média cerca de um novo registro por dia durante o ano 2019, sendo este o maior crescimento durante os últimos 20 anos (MAPA, 2020).

Na Figura 11, percebe-se o crescente aumento no número de registros de cervejarias brasileiras nas duas últimas décadas, com uma taxa de crescimento média de 20,0%. Em relação aos últimos dez anos, nota-se um crescimento ainda maior, de 28,8%, e um crescimento de 33,5% nos últimos cinco anos. Mesmo com o advento da pandemia de Covid-19, segundo MAPA (2021), em 2020 foram registradas 204 novas cervejarias e outras 30 cancelaram seus registros, representando um aumento de 174 cervejarias, que corresponde a 14,4% em relação ao ano anterior.

Figura 11 - Número de registros de cervejarias por ano no Brasil.



Fonte: Adaptado de MAPA (2021).

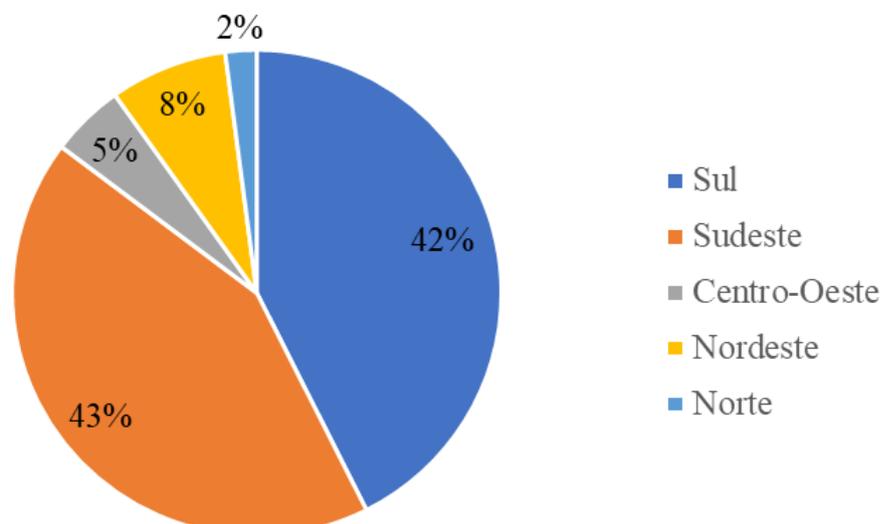
Pode-se notar um aumento mais significativo na quantidade de cervejarias a partir de 2015. O que pode justificar esse expressivo crescimento foi o reconhecimento, pela primeira vez no país, de um dos maiores e mais respeitados prêmios de cerveja do mundo, o *World Beer Awards*. Em 2015, o Brasil foi reconhecido em três categorias: *World's Best Altbier* para a Cerveja Altbier, produzida pela Cervejaria Bamberg, localizada em Votorantim – SP, *World's Best Brut/Champagne Beer* para a cerveja Brut, produzida pela Cervejaria Wäls localizada em Belo Horizonte – MG, e *World's Best Czech-style Pale Lager* para a cerveja Bohemian Pilsen, também da Cervejaria Wäls (WORLD DRINKS AWARDS, 2021).

Até o ano de 2020, o país continuou avançando nas distribuições de cervejarias pelos municípios. Em 2017, existiam cerca de 400 municípios com cervejarias, em 2018 eram 479 e em 2019 chegou ao número de 580 municípios com presença de cervejarias. Esse número representa mais de 10% do total de municípios brasileiros. A taxa de crescimento médio é cerca de 20% e cada vez mais novos municípios estão possuindo plantas de cervejarias instaladas e desenvolvendo um novo mercado de cervejas. O destaque de crescimento dessas novas cervejarias ainda se concentram na região Sul-Sudeste do Brasil, apesar de haver crescimentos significativos nas outras regiões brasileiras. Deve-se ressaltar que as maiores relações de habitantes/cervejarias estão em cidades com menos de 100 mil habitantes (MAPA, 2020).

A distribuição característica das cervejarias nas regiões brasileiras ainda é um reflexo da forte influência que a imigração europeia teve no país, como mostra a Figura 12, na qual está

a distribuição das cervejarias por região brasileira. Fica evidente o hábito de se consumir cerveja como um dos traços culturais mais marcantes deixados pelos imigrantes, sobretudo os alemães.

Figura 12 - Número de registros de cervejarias por região brasileira.



Fonte: Adaptado de MAPA (2020).

Segundo Morado (2017), as famílias vindas da Europa para a colonização do Brasil, trouxeram em suas bagagens tradições e conhecimentos. A cerveja, como parte da cultura e principal integrante na dieta e nas festividades alemãs, começou a ser produzida pelos seus apreciadores nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, locais em que os colonos passaram a habitar.

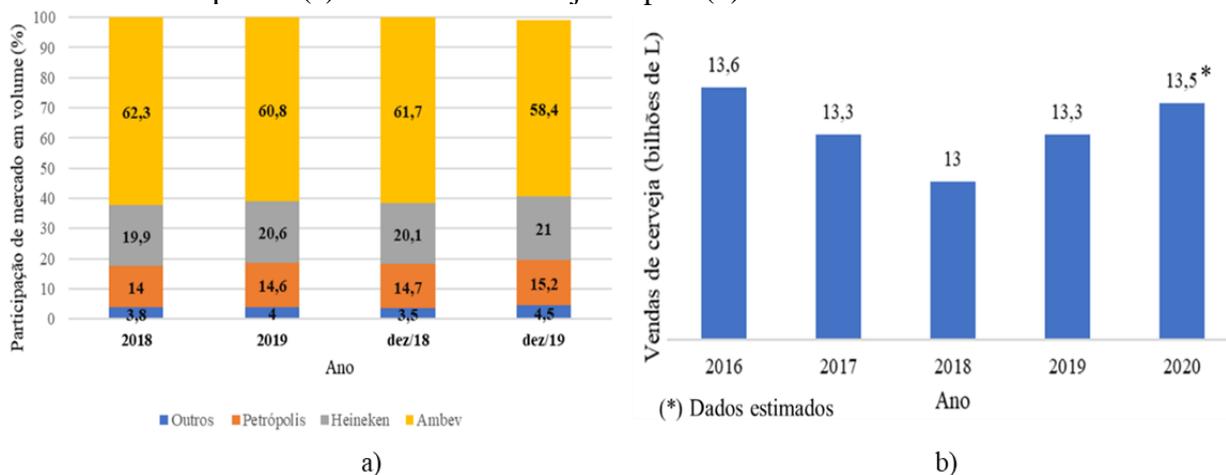
De acordo com o Anuário da Cerveja de 2019, publicado pelo MAPA (2020), e como mostra a Figura 12, é perceptível que a maior concentração das cervejarias se dá nas regiões Sul e Sudeste do país, com cerca de 85% dos estabelecimentos.

É possível identificar que os aspectos econômicos e a densidade demográfica no país, estão diretamente relacionados aos números de cervejarias nas regiões brasileiras. O estado com maior número de cervejarias em 2019 foi São Paulo, que ultrapassou o Rio Grande do Sul em relação ao levantamento anual anterior. Todos os cinco estados com maiores números de cervejarias possuem mais de cem cervejarias. Algumas Unidades Federativas vêm se destacando com expressiva porcentagem de crescimento, como é o caso do Rio Grande do Norte, Alagoas e Bahia, que apresentaram respectivamente um aumento de 122, 75 e 68%. No entanto, apesar de valores expressivos, o número de cervejarias nesses estados ainda é baixo, tendo o Rio Grande do Norte e Bahia cerca de vinte cervejarias e o estado de Alagoas contando com sete cervejarias (MAPA, 2020).

Ao analisar as grandes cervejarias brasileiras, a Ambev e Heineken são responsáveis por mais de 80% da fabricação de cerveja no país. As duas empresas caracterizam o mercado nacional como oligopólio e empregam cerca de 2,7 milhões de pessoas, desde colaboradores diretos, indiretos e induzidos (SINDCERV, 2018). De acordo com a FGV (2018, citado por VALOR ECONÔMICO, 2018) a cada emprego gerado em uma fábrica de cerveja, são criados outros cinquenta e dois na cadeia produtiva. Esses dados denotam um crescimento de postos de trabalhos no setor cervejeiro muito acima da média da indústria brasileira.

Além da Ambev e Heineken, o Grupo Petrópolis vem ganhando destaque no mercado nacional e internacional. No mercado nacional, é possível identificar que a Ambev enfrenta dificuldades para recuperar a participação no mercado cervejeiro enquanto Heineken e o Grupo Petrópolis têm avançado (BOUÇAS, 2020). Essa relação pode ser observada na Figura 13, que também evidencia o crescimento das demais cervejarias no Brasil e a estimativa do consumo para o ano de 2020 em um cenário pré-pandemia.

Figura 13 - Mercado cervejeiro do Brasil nos últimos anos: participação de mercado das empresas (a) e vendas de cerveja no país (b).



Fonte: Adaptado de Bouças (2020).

Na Figura 13a, as duas primeiras colunas de estimativas da participação no mercado cervejeiro, nos anos de 2018 e 2019, se aproximaram dos resultados obtidos no mês de dezembro de cada ano.

A partir dos dados de vendas de cerveja da Tabela 4 e da Figura 13b, é possível fazer um comparativo entre as duas pesquisas analisadas. Percebe-se que há uma variação entre os valores das fontes, que pode ser explicada pela diferente época em que as pesquisas foram realizadas e também pela forma como houve a coleta de dados, sendo Bouças (2020), diferentemente da Euromonitor International (2020), uma fonte brasileira. No entanto, ambas

as pesquisas apresentam a mesma tendência de variação nas vendas de cerveja no Brasil, como pode ser visualizado na Tabela 5. Observa-se uma queda das vendas, em volume de cerveja, no mercado brasileiro entre 2017 e 2018 e sinais de recuperação nas vendas a partir de 2019.

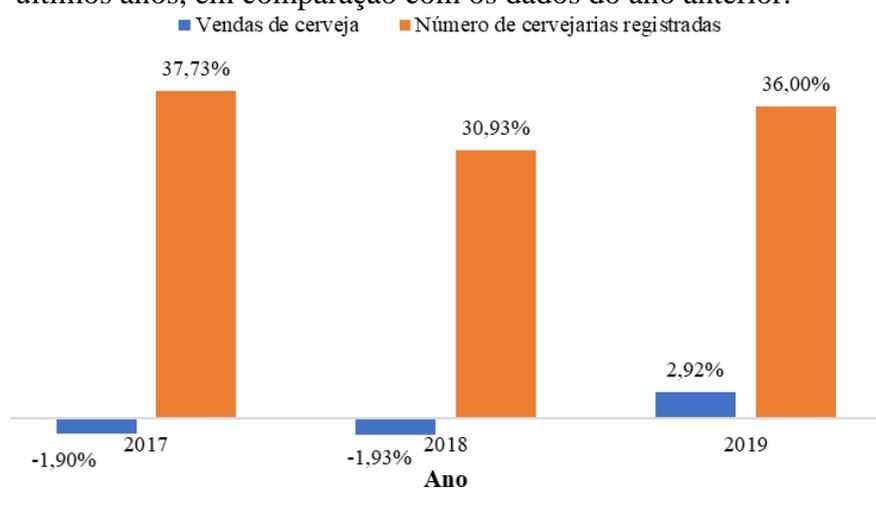
Tabela 5 - Vendas de cervejas no Brasil nos últimos anos (bilhões de L).

Fonte	2016	2017	2018	2019
EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020	12,60	12,40	12,20	12,63
apud VIANA, 2020				
BOUÇAS, 2020	13,6	13,3	13,0	13,3

Fonte: Do autor (2021).

Entretanto, ao analisar as variações de volumes de vendas (com base nos dados da Tabela 5), comparando com o aumento anual do número de cervejarias registradas no país (Figura 11), tem-se uma tendência inversa que pode ser melhor visualizada na Figura 14. Para obtenção da Figura 14, as variações, em porcentagens, foram calculadas comparando-se a quantidade de litros de cerveja vendidos e os números de cervejarias registradas com os dados correspondentes do ano anterior. Em relação a variação percentual no volume de vendas, foi realizada uma média entre as tendências obtidas nos dados das duas pesquisas analisadas, Bouças (2020) e Euromonitor International (2020).

Figura 14 – Variação no volume de cerveja vendido e no registro de novas cervejarias nos últimos anos, em comparação com os dados do ano anterior.



Fonte: Do autor (2021).

Pela Figura 14, pode-se observar que, enquanto há uma queda no volume de vendas de cerveja no Brasil em 2017 e 2018, o número de registros de cervejarias no país só aumentou

nos últimos anos. O ano de 2017 foi o que teve maior percentual de aumento em números de cervejarias se comparado com o ano anterior. No entanto, em 2019, como mostra a Figura 11, houve registro de 320 novas cervejarias, ou seja, quase uma nova cervejaria por dia no país. Em uma análise mais afincada dos dados dos três anos apresentados na Figura 14, antes do cenário da pandemia da Covid-19, enquanto o crescimento médio do número de cervejarias foi de aproximadamente 34,9%, o volume de vendas de cerveja caiu cerca de 1%. Tratando-se de um número isolado, a queda nas vendas não foi tão significativa, mas se comparada com o aumento do número de cervejarias, tem-se um certo contraste. O que pode explicar essa inversão ilustrada na Figura 14, queda no volume de cerveja vendida e aumento do número de cervejarias, é a diversificação no paladar dos consumidores em relação à bebida, bebendo melhor e consumindo menor volume.

Outro ponto que salienta essa mudança no mercado cervejeiro é o aumento da participação no mercado das marcas Heineken e do Grupo Petrópolis, como visualizado na Figura 13. Segundo o Bradesco BBI (2020, apud VALOR ECONÔMICO, 2020), os investimentos da Heineken em sua marca principal, de mesmo nome, desenham uma estratégia em investir mais em cervejas de preços mais altos, deixando de lado marcas mais baratas. Sendo que essa estratégia tem feito a marca ganhar cada vez mais espaço no mercado brasileiro.

4 MATÉRIAS-PRIMAS

É através da Lei de Pureza Alemã que se padronizou as matérias-primas utilizadas para a produção da maioria das cervejas. Sendo assim, é possível determinar que os principais insumos utilizados são água, malte e lúpulo. A levedura, por sua vez, é considerada um agente transformador.

Porém, atualmente, na própria Alemanha não é obrigatório seguir a lei postulada, mas há muitos estilos que conservam tais características. Os inúmeros estilos de cerveja advêm da forma com que os ingredientes são utilizados. Tipos de malte, lúpulo, levedura e características da água, a proporção em que são utilizados e o grau de maltagem, secagem e torra do cereal formam juntos uma gama de possibilidades e proporcionam as variedades de cerveja.

Além dos ingredientes básicos (água, lúpulo, malte de cevada e levedura) para a produção de cerveja, pode-se acrescentar à bebida adjuntos, modificando e acrescentando novas características a cerveja. Outro aspecto que confere características específicas à cerveja, é a substituição parcial do malte de cevada por outros cereais, maltados ou não, como o trigo, aveia, centeio, milho e arroz que podem conferir textura, aroma e sabores (MORADO, 2017).

4.1 Água

Dentre as matérias-primas utilizadas para a fabricação da cerveja, a água é, pela quantidade, a principal. Aproximadamente 90% do peso da cerveja é constituído de água e, portanto, fica evidente a importância dessa matéria-prima para a indústria cervejeira (VENTURINI FILHO, 2018). Além disso, a água é utilizada na indústria não somente como parte da matéria-prima, mas também nos processos de geração de vapor, troca térmica, pasteurização e na limpeza de equipamentos. É estimado um gasto entre 4 e 5 litros de água para cada litro de cerveja produzido (MORADO, 2017).

Das mais diversas características que a água possui, o pH é um importante indicador da qualidade desta matéria-prima para a produção de cerveja. Uma água com o pH em torno de 5,8 a 6,0 reduz a necessidade de incluir aditivos no processo a fim de corrigir este indicador. Com a presença dos fosfatos, bem como outros componentes presentes nas cascas, o pH tende a mudar e para alcançar o valor desejado para a produção (entre 5,0 e 5,2), pode-se fazer o uso de técnicas, como o uso de uma solução tampão (um sal e um ácido) ou até mesmo de ingredientes como o uso de malte mais acidificado ou água mineral com pH baixo, entre outras técnicas, para ajustá-lo (PALMER; KAMINSKI, 2013).

No Brasil e em alguns outros países que possuem a presença de cloro na água encanada, é necessário um tratamento para sua remoção. Se presente na água para a produção cervejeira, o cloro produz aromas fenólicos parecidos com cheiro de esparadrapo e compromete a qualidade da cerveja produzida (MORADO, 2017).

Outra importante característica da água é a presença de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Na presença da água, eles podem reagir com o fosfato que advém do malte e assim formar hidróxido de magnésio, $Mg(OH)_2$, e a hidroxiapatita de cálcio, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$. A presença desses compostos libera íons H^+ e abaixam o pH da água, o que favorece o processo enzimático, uma vez que em pH maior que 6 a atividade enzimática pode ser prejudicada (PALMER; KAMINSKI, 2013).

Devido as suas particularidades, para a produção das cervejas do tipo Ale, deve-se ajustar a água para valores elevados de Ca em que é preparada, cerca de 350 ppm. Já as Lager são produzidas em águas com baixa concentração de Ca, menos de 10 ppm (MORADO, 2017).

A presença dos íons Fe^{2+} e Fe^{3+} na água pode prejudicar a qualidade da cerveja afetando diretamente na espuma, promovendo o escurecimento desta. Além disso, eles podem catalisar a oxidação da cerveja e reduzir a estabilidade coloidal. Sendo assim, seu teor não pode ultrapassar 0,2 mg/L. Outro íon que pode afetar negativamente na produção da cerveja é o nitrato, NO_3^- , além de resultar em um sabor fenólico indesejável ele é tóxico para a levedura. Logo, ele deve ser ausente na água para a produção de cerveja. E por fim, a sílica (SiO_2) deve apresentar uma concentração baixa, pois pode afetar o paladar da cerveja e formar incrustações com sais de magnésio e cálcio (CARVALHO, 2007).

A Tabela 6 denota as características da água que é usada na fabricação de cerveja nos principais centros cervejeiros do mundo e no Brasil, nos quais há um farto suprimento de água com boa qualidade.

Tabela 6 – Comparação entre a composição da água dos grandes centros cervejeiros e do Brasil.

Concentração (mg/L)	Burton	MunIQUE	Londres	Pilsen	Brasil
Ca^{2+}	268	80	90	7	26
Mg^{2+}	62	19	4	1	17
Na^+	30	1	24	3	22
HCO_3^-	141	164	123	9	-
SO_4^{2-}	638	5	58	6	33
Cl^-	36	1	18	5	36
NO_3^-	31	3	3	0	-

Fonte: Adaptado de Priest e Stewart (2006) e Beer School (2020).

Os parâmetros destacados na Tabela 6 estão diretamente ligados com o estilo de cerveja produzido em cada local. É possível comparar, até mesmo nesses centros cervejeiros, que as principais características da água diferem entre si, de acordo com cada localidade. Além da quantidade total de minerais, uma importante relação entre os íons destacados na Tabela 6 é a relação entre o sulfato (SO_4^{2-}) e cloreto (Cl^-). Enquanto o sulfato ressalta as características de amargor e de uma cerveja mais seca, o cloreto destaca o dulçor e a suavidade da cerveja. Sendo assim, pode-se alterar esta relação, adicionando sais específicos na água, para favorecer uma ou outra característica da cerveja, de acordo com seu estilo. Nesse sentido, para se ter uma cerveja balanceada, recomenda-se que a relação sulfato/cloreto seja entre 0,8 e 1,5. Para a produção de uma cerveja mais maltada, essa mesma relação deve estar entre 0,6 e 0,8. Já para a produção de uma cerveja que ressalta as características do lúpulo, como o amargor, essa relação deve ser entre 2 e 4 (BEERSCHOOL, 2017; CONSERVEJA, 2021; PALMER, 2006).

Com os avanços tecnológicos e científicos, é possível fazer as devidas correções na água para que possa ser utilizada na fabricação da bebida e desenvolver nas cervejas as características desejadas. Apesar deste fato, uma boa fonte de água com as condições mais favoráveis não é desprezada, uma vez que exigirá menos tratamentos, diminuindo assim os custos para a produção da cerveja (MORADO, 2017).

4.2 Malte

O termo malte é utilizado para caracterizar cereais que passaram pelo processo de malteação (ou maltagem) que consiste na transformação dos grãos aumentando sua carga de enzimas, responsáveis pela redução do amido em açúcar (GAUTO; ROSA, 2013). Assim, o malte é a matéria-prima resultante da germinação, realizada em condições controladas, de cereais. Comumente, é empregado na fabricação de cervejas o malte de cevada, utilizado desde a antiguidade pelos egípcios (VENTURINI FILHO, 2018). A cevada se assemelha ao trigo, sendo seus campos caracterizados por uma cultura de cor amarelada e alta, porém a cevada possui menos proteínas e mais amido (OLIVER, 2012).

Trata-se de uma gramínea pertencente ao gênero *Hordeum*, cultivada em climas temperados e seus grãos são envolvidos por camadas celulósicas. Na espiga esses grãos são alinhados de duas formas distintas (VENTURINI FILHO, 2018), de modo que os tipos de cevada utilizados se diferenciam pelo número de fileiras que apresenta o ramo, podendo conter duas (Figura 15a) ou seis fileiras de grãos (Figura 15b).

Figura 15 - Variedades da cevada com duas (a) e seis (b) fileiras de grãos.



Fonte: Grover (2014) citado por The Drunk Alchemist (2014).

Após a colheita dos grãos, a cevada é submetida ao processo de lavagem e análises como de tamanho padrão dos grãos, cascas intactas, ausência de pragas, capacidade de germinação e níveis de proteínas. Os grãos são classificados por tamanho e em seguida inicia-se o processo de maltagem, comumente realizado fora das cervejarias em locais denominados maltarias, que consiste em três etapas: maceração, no sentido de expor o grão à ação da água, germinação e por fim a secagem (MORADO, 2017).

Além de fornecer amido, o malte é incorporado na bebida a fim de realçar o *flavor* (sabor) e contribui com os parâmetros de processamento da cerveja. Com o processo de malteação são obtidos diversos tipos de maltes, com diferentes cores e sabores, desde os mais suaves aos mais acentuados, como mostra o Quadro 1, no qual estão listados tipos de maltes utilizados na produção de cerveja.

Quadro 1 - Principais tipos de malte (Continua).

Tipo de malte	Imagem	Características
Pilsen		Cor clara e aroma de cereal. Tem bastantes enzimas e açúcares fermentáveis. É a base para cervejas Lager.
Pale Ale		Cor mais escura que o Pilsen, aromas e sabores levemente adocicados. Há menos enzimas e é a base para as cervejas Ale.

Fonte: Elaborado a partir de Cervejando (2021), Morado (2017) e Overture Cervejaria (2016).

Quadro 2 - Principais tipos de malte (Conclusão).

Tipo de malte	Imagem	Características
Caramelo		Cores variam do âmbar-claro ao marrom-escuro. Aromas caramelados e <i>toffee</i> . Base para estilos como Oktoberfest e Bock, entre outros.
Escuro		Passa por altas temperaturas. Cores e sabores característicos das cervejas Brown Ale, Red Ale, Porter e Stout.
Chocolate		Cor marrom-escura e aromas de caramelo queimado, chocolate e café. É utilizado nas cervejas Porter, Brown Ale e às vezes, nas Stout.
Centeio, trigo e aveia		Maltes dos cereais correspondentes. Agregam texturas, sabores e aromas. Quando utilizados em quantidade predominante, nomeia-se como cerveja desse cereal.

Fonte: Elaborado a partir de Cervejando (2021), Morado (2017) e Overture Cervejaria (2016).

4.3 Lúpulo

O lúpulo, além de agir como conservante na cerveja é o responsável em dar o amargor e aroma característicos da bebida. Mesmo que usado relativamente em poucas quantidades, o lúpulo exerce um grande impacto na produção cervejeira. De difícil cultivo, o lúpulo (*Humulus lupulus*) é típico de regiões frias e caracterizado como uma planta dioica, apresentando flores masculinas ou femininas. As flores são ordenadas em espigas e possuem secretoras de resinas, que confere o amargor, e óleos responsáveis por fornecerem o aroma. Essa trepadeira é considerada o “tempero da cerveja”, sendo utilizadas na produção somente as flores fêmeas, em quantidades e de tipos diferentes, caracterizando a cerveja produzida (VENTURINI FILHO, 2018). As flores fêmeas são utilizadas, pois possuem cerca de 150 vezes mais resinas desejáveis na produção que as plantas masculinas (MORADO, 2017).

Encontram-se nos lúpulos glândulas de lupulina que é a responsável pela secreção de um pó amarelado contendo substâncias químicas como polifenóis, resinas e óleos essenciais.

Essas substâncias são de grande interesse à indústria cervejeira conferindo características à bebida (WANNENMACHER; GASTL; BECKER, 2018).

O lúpulo (Figura 16) é responsável por fornecer aromas característicos, como floral, picante, herbáceo, arborizado e frutado, à bebida. Além do amargor, este ingrediente confere estabilidade microbiológica e físico-química à cerveja. Em relação aos demais ingredientes, o lúpulo é o de menor quantidade, porém de custo elevado devido às poucas regiões em que se é cultivado (GONÇALVES et al., 2014).

Figura 16 – Lúpulos em cones (a) e *pellets* (b).



Fonte: Adaptado de Instituto da Cerveja (2017) e Império do Malte (2018).

Em relação às cultivares do lúpulo, são três os tipos empregados, que são classificados de acordo com o percentual de α -ácidos e pelo teor de óleos essenciais presentes em sua composição: amargo (*bitter*), possui alta concentração de α -ácidos (AA) e baixo teor de óleos essenciais (OE); aroma, possuindo alto teor de OE e baixa concentração de AA e mistas (*flavors*), tanto concentração de AA e teor de OE em altas concentrações. As cultivares classificadas como amargos possuem percentuais entre 12 e 17% de α -ácidos, já as cultivares de aroma, além de possuírem um bom aroma, têm entre 4 e 7% de α -ácidos e as mistas são aquelas que possuem alta carga de α -ácidos e, diferente das demais, possuem um componente aromático (RODRIGUES; MORAIS; CASTRO, 2015). Porém, deve-se ressaltar que a obtenção de aromas intensos de lúpulo não necessariamente implica um elevado amargor na bebida, devido à grande variedade disponível (VENTURINI FILHO, 2018).

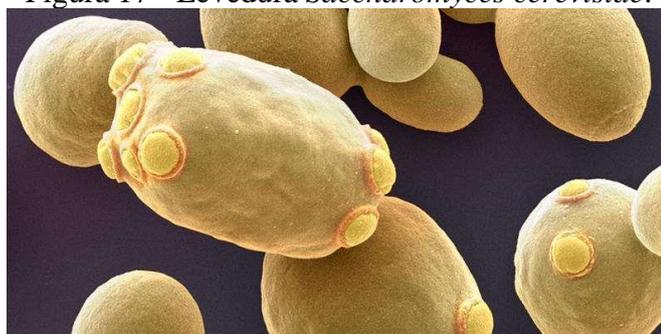
Além dos α -ácidos, outra resina de grande destaque no lúpulo são os β -ácidos. Estes, ao não se dissolverem na fervura, podem acarretar aromas e sabores indesejáveis na cerveja chamados de *off-flavors*, se forem cozidos. O lúpulo pode ser adicionado ao processo no início, durante, no final da fervura ou até mesmo ao final da fermentação, técnica conhecida como *dry-hopping*. Das três formas diferentes que são encontrados, cones frescos (Figura 16a), desidratados e *pellets* de lúpulo (Figura 16b), este último é o mais utilizado na produção cervejeira, uma vez que são prensados e embalados a vácuo favorecendo a conservação e

armazenamento, além de permitir a fácil comercialização e disponibilidade no mercado (MORADO, 2017).

4.4 Leveduras

A partir dos conhecimentos e os avanços da microbiologia durante o século XIX, é que se descobriu que a fermentação é uma reação bioquímica. A microbiologia foi um marco para a indústria cervejeira, uma vez que propiciou a esta controlar o processo de fermentação e produzir tipos de cerveja com sabores únicos. A fermentação pode ocorrer por meio de bactérias ou leveduras, porém somente a fermentação por meio de leveduras é que capaz de produzir álcool (MORADO, 2017). As leveduras, apresentada microscopicamente na Figura 17, são conhecidas como microrganismos eucariotos pertencentes ao Reino *Fungi* e unicelulares (AQUARONE, 2001).

Figura 17 - Levedura *Saccharomyces cerevisiae*.



Fonte: Fhys.org (2017).

Nas células de leveduras, a respiração e a fermentação ocorrem principalmente pela disponibilidade de oxigênio e glicose (BAKKER et al., 2001). Ao consumirem os açúcares fermentáveis como a maltose, elas produzem álcool e gás carbônico (MORADO, 2017). Uma das características das leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, é que elas apresentam uma repressão catabólica, conhecida também como efeito Crabtree (BAKKER et al., 2001).

O efeito Crabtree ocorre com a repressão do fluxo respiratório, sendo induzido pela presença da glicose, mesmo estando em um meio em que haja oxigênio. Esse efeito metabólico é semelhante ao efeito Warburg observado no câncer (HAMMAD et al., 2016). O mecanismo que ocorre se dá por meio da forte repressão da glicose sobre as atividades das enzimas respiratórias e como o piruvato, que participa ativamente como catalizador, não pode ser oxidado pelo ciclo de Krebs, ele é reduzido a etanol (BAKKER et al., 2001).

As leveduras utilizadas na fabricação de cerveja são basicamente de dois tipos. Aquelas que são utilizadas na produção das Ale são denominadas *Saccharomyces cerevisiae*, representadas na Figura 17. Conhecidas como leveduras de alta fermentação, elas são capazes de produzir cervejas mais alcoólicas e o seu processo de fermentação ocorre entre as temperaturas de 15 a 25 °C. Já as que são utilizadas para a produção das Lagers são conhecidas como leveduras de baixa fermentação e são denominadas *Saccharomyces pastorianus*, que inicialmente, quando foram descobertas na Dinamarca pela cervejaria Carlsberg, eram denominadas *S. carlsbergensis*. Essas leveduras são menos tolerantes ao álcool e seu processo de fermentação ocorre em temperaturas entre 9 e 15 °C (MORADO, 2017; WHITE, ZAINASHEFF, 2010). No entanto, apesar de haver diferenciação tecnológica no setor cervejeiro, geralmente as espécies de leveduras cervejeiras são citadas como *Saccharomyces cerevisiae*, sendo que outras classificações são utilizadas para agrupar diferentes linhagens de *Saccharomyces*.

Além de serem fundamentais no processo de fermentação, as leveduras também conferem a formação de aromas na cerveja. Logo, elas devem ser mais puras possível, isentas de micro-organismos contaminantes, como bactérias e leveduras selvagens (MORADO, 2017). Assim, dentre os vários fatores que podem afetar o balanço de aromas e sabor da cerveja, a cepa de levedura pode interferir diretamente, juntamente com outros parâmetros como o pH de fermentação, concentração do mosto, tipo e proporção de adjunto e até mesmo o modelo do fermentador (DRAGONE; SILVA, 2010).

4.5 Adjuntos

Alguns ingredientes podem ser adicionados à cerveja com o intuito de acrescentar características como aroma, cor, gosto, teor alcoólico, entre outros aspectos. Além disso, esses ingredientes extras podem reduzir o custo da bebida e permitir uma cerveja com propriedades únicas (MORADO, 2017). De forma geral, os adjuntos são definidos como fontes de carboidratos que se diferem do malte de cevada e que contribuem para presença de açúcares fermentáveis na composição do mosto cervejeiro (STEWART, 2000).

Os adjuntos permitem que regiões como o Brasil, que não são autossuficientes na produção de cevada, possam adicionar à produção cervejeira matérias-primas características e disponíveis nessas regiões. Assim, pode-se acrescentar atributos sensoriais em novos tipos de bebidas (MEUSSDOERFFER, 2009). Pela legislação brasileira, os adjuntos podem substituir em até 45% em peso, o extrato primitivo (malte ou extrato de malte) na elaboração do mosto

cervejeiro. Todos os grãos cereais, malteados ou não, bem como a própria cevada não malteada, mel, leite e ingredientes de origem vegetal que são fontes de amido e açúcares, aptos para o consumo humano, podem ser considerados adjuntos (BRASIL, 2019a).

Além desses adjuntos, são utilizados condimentos na cerveja com o intuito de agregar características específicas à bebida. Podem ser considerados condimentos todas as especiarias culinárias, ervas e vegetais, bem como nozes, pimentas, pétalas de abeto vermelho, hibiscos, rosas, café, chocolate, cascas de frutas (não o suco), entre outros (MORADO, 2017). Outro meio de variar as receitas é pela adição de óleos essenciais nas cervejas. Os óleos são compostos aromáticos que são extraídos geralmente de plantas, frutas e especiarias. Um exemplo da utilização desses óleos na bebida é a cerveja belga Witbier (Figura 4a): durante sua produção são adicionadas cascas de laranja que podem ser facilmente substituídas pelo óleo essencial da laranja, chamado limoneno, composto presente em sua casca, responsável pelo aroma cítrico (CERVEJA E MALTE, 2017).

Apesar do uso recorrente de adjuntos, são necessárias análises físico-químicas da matéria-prima utilizada, a fim de evitar problemas no processo de fabricação da bebida. Na brassagem, o excesso de adjuntos pode resultar em problemas como a dificuldade de recuperação do extrato, aumento do tempo de filtração, aumento da viscosidade do mosto e por consequência a elevação do custo de produção. Cervejas com alta concentração de adjuntos podem diminuir também os níveis de nitrogênio solúvel e amino nitrogênio livre (ANL) que pode afetar diretamente o processo de fermentação, uma vez que há o comprometimento do crescimento das leveduras (D'AVILA et al., 2012; SLEIMAN et al., 2010). Ademais, como eles alteram a percepção dos consumidores, deve-se ter cuidado com a quantidade adicionada, buscando equilíbrio com os demais ingredientes da cerveja.

Além dos grãos cereais e dos ingredientes citados, as frutas têm tido grande destaque na produção cervejeira. Na Bélgica, este hábito de adicionar frutas à cerveja é uma tradição milenar (SPITAEELS et al., 2014). As tradicionais bebidas na Bélgica têm a adição de frutas inteiras para produzir a lambic cereja (*kriek*) ou a lambic de framboesa, conhecida como *Framboise*. Nesse caso, as frutas são adicionadas aos barris preenchidos com uma mistura de cerveja lambic e o açúcar presente nas frutas desencadeia uma segunda fermentação (GRANATO et al., 2011). O Brasil por sua vez, possui um grande potencial com sua grande diversidade no bioma, oferecendo diversidade nas matérias-primas para a produção de cerveja.

As cervejas frutadas podem ser basicamente de dois tipos, aquelas que são produzidas com adição de frutas (Fruit Beer) e as que não possuem frutas, mas possuem características frutadas no sabor e aroma, advindos dos tipos de insumos utilizados, como o lúpulo e a

levedura. Nesse sentido, destaca-se o uso de lúpulos americanos, capazes de atribuir aromas de frutas amarelas à cerveja. A produção deste tipo de cerveja parte de um estilo base, como Stout, Porter, Weiss, Pale Ale, dentre outros (CLUBE DO MALTE, 2020).

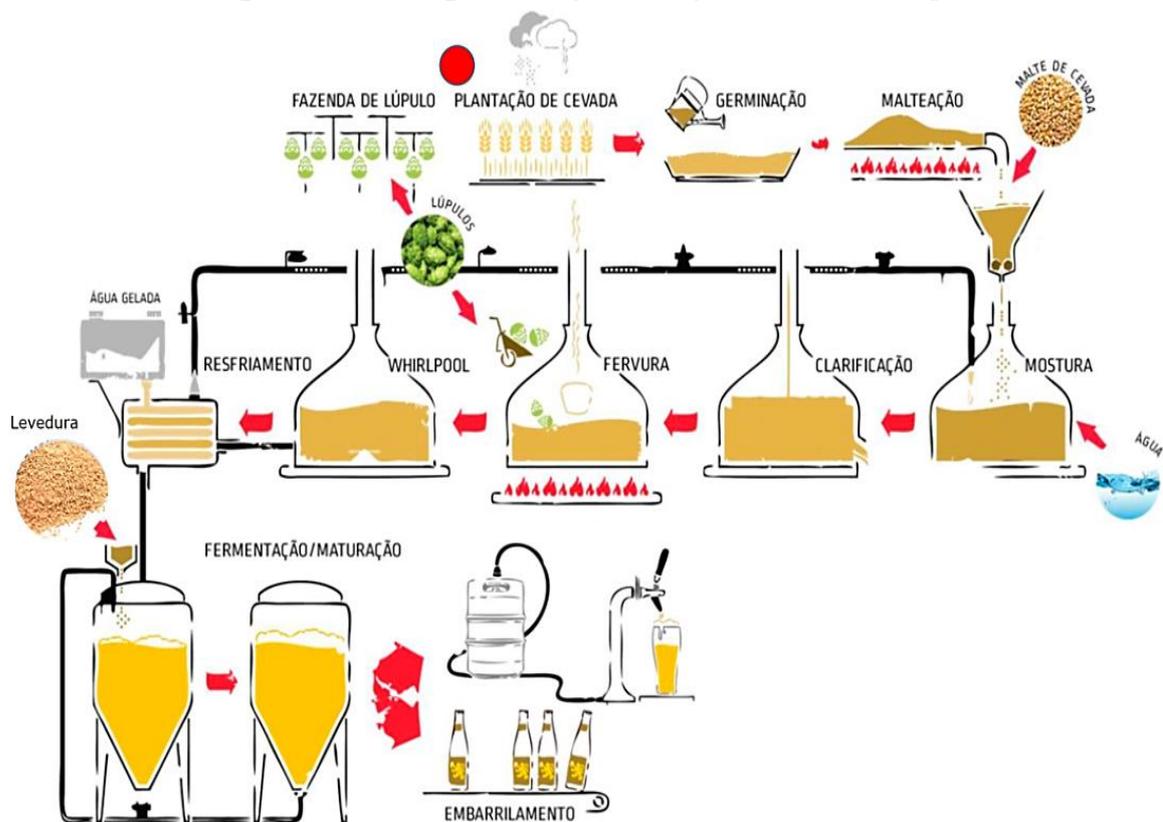
Já a Fruit Beer, que tem adição da fruta para dar característica à bebida, modificando o aroma e o sabor, pode alterar também o corpo e a cor, como visto na Figura 7, sendo uma tendência de mercado. Além dessas características sensoriais específicas, a adição traz benefícios à atividade antioxidante da cerveja. Isso porque, ao adicionar frutas durante a etapa de fermentação, tem-se um significativo enriquecimento em compostos bioativos, no que tange à quantidade e à qualidade (NARDINI; GARAGUSO, 2020). Por outro lado, deve-se destacar que a adição de frutas propicia a contaminação microbológica, necessitando de atenção a esse aspecto.

5 PROCESSO PRODUTIVO

O processo de obtenção de cerveja é aparentemente simples, mas não significa que o mesmo não requer conhecimentos e prática, uma vez que é de fundamental importância que o processo ocorra sob um controle rigoroso das condições de produção: temperatura, pressão, tempo, pH, entre outros (MORADO, 2017).

Para uma melhor compreensão, o processo de fabricação da cerveja, ilustrado na Figura 18, pode ser dividido em três grandes etapas, sendo elas a produção de mosto, o processo fermentativo e o acabamento (ou pós-tratamento da cerveja), antes das quais ocorre a malteação da cevada (e dos demais cereais a serem utilizados). A etapa da produção do mosto envolve a moagem, mosturação (brassagem), filtração e fervura. Na fermentação, ocorrem duas fases: a fermentação propriamente dita e a maturação. E por fim, o pós-tratamento da cerveja, no qual ocorre a finalização do produto com a carbonatação, pasteurização e o envase (AQUARONE et. al, 2001).

Figura 18 – Fluxograma do processo produtivo da cerveja.

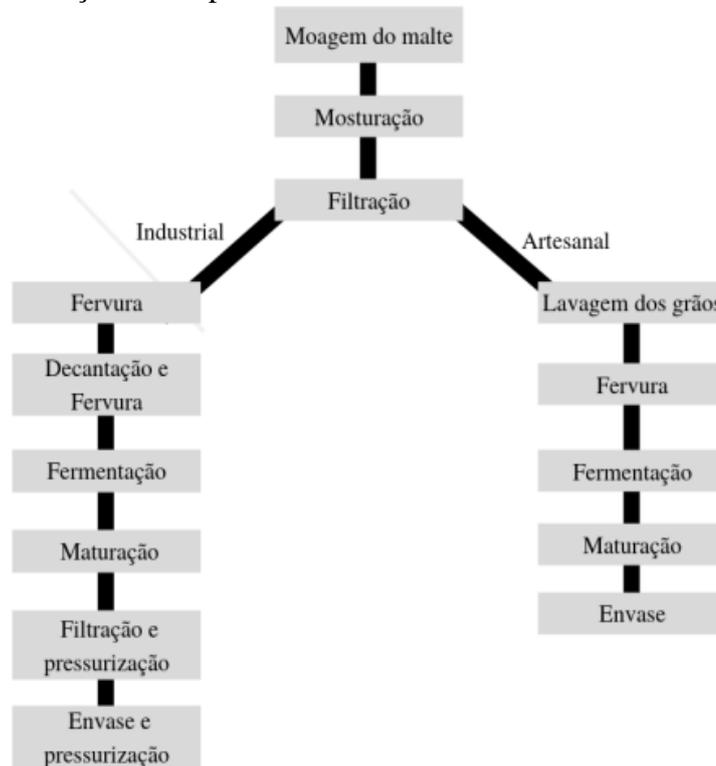


Fonte: Adaptado de DadoBier (2019).

A produção industrial se difere da produção artesanal de cerveja, uma vez que as cervejarias artesanais possuem um sistema mais simples ou não apresentam alguma etapa do processo devido à complexidade e ao custo, além de usualmente trabalharem com escalas menores de produção, como a escala piloto (RANDY, 2013).

Para uma comparação mais atenuada dos dois processos de fabricação da cerveja, industrial e artesanal, a Figura 19 apresenta um fluxograma com as etapas de ambos, evidenciando suas principais diferenças. É possível observar que o processo artesanal é menos robusto e, usualmente, possui menos etapas que a produção em escala industrial. No entanto, a essência do processo, em ambos os casos, é a mesma.

Figura 19 - Diferença entre o processamento industrial e artesanal da cerveja.



Fonte: Dutra (2019).

Na produção em escala piloto, tem-se três métodos diferentes para o uso do malte: o *All Grain*, que utiliza o grão do malte e diferentes panelas para a produção da cerveja, como representado na Figura 20; o BIAB, do inglês *Brew In A Bag*, que utiliza o grão de malte e somente uma panela para a produção; e a produção com o extrato de malte, seja ele líquido e/ou seco (RANDY, 2013).

Para a produção artesanal, o método mais tradicional conhecido e utilizado é o *All Grain*, que consiste basicamente em realizar a brassagem utilizando grãos, para produzir os açúcares

do mosto, que seguirá para fervura em outro tanque e, em seguida, será fermentado (ACADEMIA ARTESANAL, 2021).

Figura 20 - Escala piloto para produção de cerveja.



Fonte: NucBeer (2021).

Na Figura 20, está representado um sistema para a produção artesanal de cerveja, característico do método *All Grain*. Nele, tem-se um aquecimento indireto na etapa de brassagem, de maneira que o mosto da segunda panela circula constantemente por um *chiller* de aço inoxidável imerso no reservatório de água quente (primeira panela), garantindo o controle da temperatura durante esta etapa do processo (NUCBEER, 2021). Assim, na Figura 20, a panela da esquerda contém uma resistência para aquecer a água que, ao atingir a temperatura desejada, é bombeada para a panela seguinte. Na panela do meio ocorre então a brassagem e posterior filtração, devido à presença do fundo falso, sendo o mosto bombeado para a panela da direita, na qual ocorre a etapa de fervura, com aquecimento por meio de uma resistência elétrica. Por fim, após a fervura o mosto é conduzido para o resfriamento em um trocador de calor de placas. Na Figura 20, observa-se também as bombas utilizadas para circulação da água e do mosto, além do controlador de temperatura utilizado nas etapas de brassagem e fervura.

5.1 Malteação

O processo de malteação, como mencionado no subcapítulo “Malte”, comumente, não ocorre nas cervejarias, mas sim nas maltarias. O início do processo dá-se pela etapa de maceração, ou hidratação, ilustrado na Figura 21, que fornece ao grão oxigênio e água para

predispô-lo à germinação. Além disso, a água injetada aos grãos auxilia na remoção de impurezas que não saíram no processo de lavagem. Ao chegar às maltarias, os grãos possuem uma umidade de cerca de 12%, submetidos à presença de água, eles passam a apresentar uma umidade de 43 a 48% (MALLET, 2014).

Após umidificar o grão, ocorre um aumento no seu metabolismo e as células realizam a respiração celular. Durante a hidratação, é injetado ar comprimido no tanque para oxigenar a água, auxiliando a respiração celular e o carreamento do CO₂ produzido nesta etapa. O tempo necessário para o processo de maceração pode chegar a 40 horas, se considerar três ciclos de imersão dos grãos à água e a secagem, sendo nove horas de imersão e nove de secagem, seis horas de imersão e seis de secagem e, por fim, cinco horas de imersão e mais cinco de secagem (MALLET, 2014).

Figura 21 - Maceração do grão de cevada para produção de malte.



Fonte: BrewBeer (2019).

Após a maceração dos grãos, ocorre a germinação propriamente dita. É a partir dessa etapa que formam as enzimas capazes de transformar o amido em açúcar, modificando sua estrutura (SCIENCE OF BEER, 2020). Durante as primeiras fases de germinação, ocorre o aumento da atividade das principais enzimas, como α e β -amilases. Mediante a ação dessas enzimas, tem-se a hidrólise, que converte o amido em açúcares menores, os quais são substratos para a respiração celular e garantem o fornecimento energético para a germinação. A partir da hidrólise também são gerados os peptídeos e aminoácidos, que são importantes para o corpo da cerveja e formação de espumas. Além disso, ao quebrar as proteínas do grão por meio das enzimas, surgem radículas (POPINIGIS, 1985).

O processo de germinação é interrompido quando essas radículas e caulículos no grão de cevada atingem cerca de dois terços do comprimento do grão, que indica um tamanho adequado do crescimento do embrião dos grãos. Esse processo pode durar de 3 a 5 dias e ao final, tem-se o “malte verde”. É importante ressaltar que tanto o ar quanto a água utilizados

nesse processo devem ser submetidos a um controle de temperatura, para que não haja perda das enzimas ou a interrupção da formação dessas no grão (AQUARONE, et al., 2001; MALLET, 2014).

Por fim, a última etapa da malteação é a secagem. Nessa etapa, os grãos são submetidos à presença de ar quente, que passa em diferentes taxas e com elevação da temperatura, atingindo até 70 °C durante alguns minutos. Com isso, reduz-se a umidade dos grãos até atingir de 2 a 5%, sendo obtidos grãos secos (AQUARONE et al., 2001). Após serem secados, os maltes são torrados para criar a gama de cores que variam na escala de 110 a 1500 unidades de cor EBC, quando tratando-se de uma escala de cores que se baseia na mistura de diferentes proporções de vermelho e amarelo. Quando o malte é aquecido lentamente e mantido mais tempo na etapa mais úmida da torrefação, produz cores no intervalo de 2 a 400 unidades de cor EBC (VENTURINI FILHO, 2018). Portanto, é a partir desse processo que se definem os tipos diferentes de malte, ilustrados no Quadro 1, pois ocorre a modificação das suas características, alterando-se aroma, cor, sabor, bem como a quantidade de polifenóis extraíveis. De modo que cada variação de malte possui características marcantes, que distinguem os estilos de cervejas (HOUGH et al., 2012; KUNZE, 2004). Além disso, a torra do malte influencia na quantidade de amido disponível e nos teores de α e β -amilase. Um malte muito torrado, por exemplo, pode ter seu poder enzimático próximo de nulo, resultando em uma maior dificuldade para atingir o equilíbrio entre sabor e adstringência (CONCERVEJA, 2021). De modo que uma torra excessiva pode reduzir esses parâmetros e resultar em uma cerveja com mais corpo e amargor.

Após a maltagem, o malte proveniente da cevada possui uma alta concentração de enzimas quando comparado ao grão que não foi submetido ao processo (AQUARONE et al., 2001), entre elas estão as amilases (α -amilase, β -amilase), glucanases, proteases e enzimas de desramificação (PALMER, 2006). A Tabela 7 apresenta um comparativo entre o grão de cevada não maltado com aquele que passou pelo processo de maltagem.

Tabela 7 – Comparativo entre os componentes do grão de cevada e a cevada maltada.

Parâmetros	Grão de Cevada	Cevada Maltada
Massa (mg)	32 – 36	29 – 33
Umidade (%)	10 – 14	4 – 6
Amido (%)	55 – 60	50 – 55
Açúcares (%)	0,5 – 1,0	8 – 10
Nitrogênio total (%)	1,8 – 2,3	1,8 – 2,3
$N_{\text{solúvel}}/N_{\text{total}}$ (%)	10 – 12	35 – 50
Poder diastático (°Lintner)	50 – 60	100 – 250
α -amilase (DU)	Traços	30 – 60

Fonte: Aquarone et al. (2001).

É possível identificar na Tabela 7 que, apesar de uma redução na massa dos grãos ao passarem pela maltagem, há um aumento considerável de enzimas e açúcares em relação ao grão *in natura*. Analisando a Tabela 7, observa-se um aumento significativo das enzimas α -amilase, que são importantes na atuação da estrutura do amido e, se regulando bem sua atuação, com o controle de temperatura (em torno de 60 a 72 °C), elas contribuem diretamente para o corpo da cerveja (MORADO, 2017). Em relação a unidade que estão representadas, DU é a unidade de atividade enzimática, determinada segundo o *Food Chemical*, isto é, unidades de dextrina. Um exemplo da utilização dessa unidade é em relação ao malte Munique que possui cerca de 10 DU, enquanto em maltes Pale podem chegar a 25 DU. Outro componente importante, que teve um aumento expressivo em sua composição ao passar pelo processo de maltagem, é o poder diastático expresso em unidades de °Lintner, por vezes referido como IOB ou 0,25 equivalentes de maltose (ACERVABRASIL, 2020). Esse parâmetro é, basicamente, a capacidade que as enzimas α e β -amilase têm em converter o amido. Nos maltes base há um alto poder diastático e as enzimas convertem bem os amidos, já os maltes mais escuros possuem potencial diastático menor, uma vez que as enzimas desses maltes foram desnaturadas durante o processo de torrefação na maltaria (HOMEBREW, 2017).

Para a produção de cerveja, preferencialmente usa-se o malte de cevada, trigo ou centeio, no entanto podem ser acrescentados outros tipos de cereais não maltados, como milho, trigo, arroz e aveia. Para que o cereal possa ser utilizado, o mesmo deve possuir algumas características, as mais importantes são: o rendimento da extração, o teor de proteína, a taxa de gordura e a capacidade de germinação (MORADO, 2017).

Em geral, os maltes podem ser classificados em duas grandes classes, os de base e os especiais. A grande maioria dos maltes utilizados para a produção de cerveja são os de base. Já os maltes especiais representam cerca de 10 a 25% do total utilizado para a produção da bebida. Estes conferem à bebida cor, contribuem com a estabilidade da cerveja e enriquecem o sabor, enquanto os maltes de base fornecem a capacidade enzimática necessária para conversão dos amidos em açúcares.

Para a produção de cerveja, pode-se utilizar apenas um ou dois tipos de malte, porém a depender do estilo da cerveja podem ser utilizados de seis a sete tipos de maltes. Os maltes especiais mais utilizados são os dos tipos defumado, acidificado, melanoidina, orgânico, torrado, caramelo, de chocolate, dentre outros, e os de base mais utilizados são os maltes Pilsen e Pale Ale, como apresentado no Quadro 1 (WE CONSULTORIA, 2020).

5.2 Produção do mosto

A fabricação do mosto consiste na transformação do amido presente no cereal maltado em uma solução denominada mosto, que é rica em açúcares, proteínas e outras substâncias presentes no malte (MORADO, 2017).

5.2.1 Moagem do malte

Ao chegar às cervejarias, o malte passa pela etapa de moagem. A moagem deve ser realizada adequadamente, para que o malte possa expor o amido presente no grão (endosperma), a fim de melhorar a ação enzimática, sem fragmentar demasiadamente a casca e o embrião (lipídeos e lipoxigenase) (AQUARONE et al., 2001). De modo que o processo de moagem tem influência direta na cinética das reações químicas, no rendimento, na clarificação e na qualidade final da cerveja (REINOLD, 1997).

Deve-se destacar que a casca do grão maltado deve permanecer parcialmente intacta, pois a mesma é utilizada no processo de filtração da cerveja, promovendo a clarificação do mosto. Ou seja, o objetivo desta etapa é quebrar a casca, não produzir uma farinha com o malte (AQUARONE et al., 2001). Nesse sentido, é importante que os moinhos sejam escolhidos e ajustados adequadamente, para proporcionar uma granulometria ideal ao processo (MOUSIA et al., 2004).

Os moinhos para moagem industrial podem ser de martelos, discos ou de rolos, porém, mais comumente, é usado o moinho de seis rolos (três pares) com os grãos secos. Isso porque os moinhos com rolos preservam mais a casca do grão, enquanto os moinhos do tipo martelo podem reduzir o malte praticamente ao pó (EßLINGER, 2009).

Em relação às cervejarias de pequeno porte, deve-se ressaltar que esses tipos de moinhos não são uma realidade. Usualmente, em escalas pilotos, é empregado o moinho de discos. E em alguns casos, para agilizar o processo, adapta-se uma furadeira ou motor ao moedor manual. Sendo que essa automatização no moedor pode ser realizada também a fim de preservá-lo e obter uma moagem mais adequada para o processo (BODE, 2020).

5.2.2 Mosturação

A mosturação, também conhecida como brassagem, tem por objetivo solubilizar as substâncias do malte que são solúveis em água e, com a presença das enzimas, solubilizar

substâncias que são insolúveis (DRAGONE; SILVA, 2010). Nesta etapa, a segunda do processo, o malte moído é misturado à água e ambos são submetidos ao aquecimento, para iniciar a sacarificação do amido pelas enzimas. O tanque de mosturação se comporta como um reator enzimático, no qual ocorrem três reações principais durante o processo: a hidrólise do amido em carboidratos fermentáveis (glicose, maltose, frutose, sacarose), a hidrólise de proteínas em aminoácidos livres e a degradação das cadeias de β -glucanos (BRANDAM et al., 2002). Os principais açúcares gerados são a maltose e as dextrinas que são açúcares não fermentáveis responsáveis pelo corpo da cerveja, contribuindo também com sabor e aroma (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Em relação aos açúcares fermentáveis, estes estão diretamente relacionados às amilases, pois, quanto mais elas atuarem, maior será a quantidade desses açúcares, que estarão disponíveis para serem convertidos em álcool na fermentação. Já as proteases atuam diretamente na estabilidade da espuma, sendo que quanto menor for a atuação dessa enzima, maior será a capacidade da cerveja de reter espuma (MORADO, 2017).

Para garantir uma maior ação enzimática é necessário controlar o pH e temperatura, uma vez que cada enzima possui temperaturas e pH ótimos para agirem. Sendo assim, na mosturação há intervalos diferentes de temperaturas para garantir uma maior conversão possível (EßLINGER, 2009). As β -amilases trabalham majoritariamente em temperaturas entre 60 e 65 °C e as α -amilases com temperatura ótima entre 70 e 75 °C; ambas atuam em meio ácido. Ao final da mosturação ocorre o *mash out*, que é um aquecimento a uma temperatura de aproximadamente 78 °C, com objetivo de inativar as enzimas para estabilizar o resultado desejado (VENTURINI FILHO, 2018).

O controle da temperatura pode-se dar por três métodos, a infusão, rampas de temperatura e decocção. A infusão utiliza apenas um tanque, no qual a temperatura é regulada por meio das rampas estabelecidas a partir da temperatura em que se insere o grão até seu resfriamento, sem passar pelo aquecimento. Já as rampas de temperaturas realizam o mesmo controle, porém procedendo com rampas de aquecimento. E o método de decocção, utilizado para alguns estilos específicos de cerveja, em que a temperatura é mantida no tanque principal, de acordo com o processo e o aquecimento é realizado retirando-se parte do mosto, fervendo-o e, em seguida, retornando-o ao primeiro tanque (PRIEST; STEWART, 2006). Não há uma regra universal para as rampas de temperaturas, cada cervejaria aprimora suas receitas e estabelece os valores para se alcançar o resultado pretendido, de acordo com o estilo de cerveja a ser produzido (MORADO, 2017).

Como supracitado no capítulo de matérias-primas, os adjuntos alteram as proporções dos ingredientes presentes na mosturação e pode dificultar a recuperação do extrato, por isso é necessário ajustar os tempos de atuação das enzimas de acordo com a quantidade de enzimas e substrato presentes. Assim, as rampas de temperatura podem ser alteradas ao se usar adjuntos, gerando diferentes resultados na cerveja (BAMFORTH, 2009).

O fim desse processo, que pode ser visualizado com o teste de iodo, ao comparar a coloração do iodo puro com a mistura de iodo e mosto (quando ambas apresentarem mesma tonalidade, final do processo), se dá com a produção do mosto, o qual é um caldo obtido da mistura aquecida de malte e água, rico em açúcares. O mosto possui uma densidade que pode ser medida conforme o extrato. Isto é, consideram-se todos os componentes solúveis em água, presentes nas matérias-primas e/ou formados durante a brassagem (ANNEMÜLLER; MANGER, 2013).

Em escala industrial, a produção do mosto se dá em tanques de inox, denominados de tinas de mosturação. Esses equipamentos são compostos por uma camisa de aquecimento e por sensores que permitem o controle das rampas de temperatura (PRIEST; STEWART, 2006).

Na produção em escala piloto, o processo de mosturação ocorre em painéis, também de aço inoxidável, preferencialmente. Tratando-se do método *All Grain*, pode ser utilizada uma panela com um fundo falso ou com um filtro cilíndrico acoplado na saída, impedindo a passagem dos grãos ao abrir a torneira (PALMER, 2006). Isso porque, como o mosto apresenta sólidos indesejáveis, o mesmo deve passar pela clarificação a fim de remover tais sólidos, como será descrito a seguir. Pelo método *All Grain*, a brassagem se dá pela adição dos grãos lentamente à panela, formando uma mistura homogênea. O mosto resultante passa por um tempo de descanso entre sessenta a noventa minutos a depender do estilo (ACADEMIA ARTESANAL, 2021).

Ademais, em escala piloto, também pode-se utilizar a produção por extrato de malte. O extrato do malte nada mais é que um xarope viscoso criado a partir da brassagem do cereal e, ao fazer o uso do extrato, as etapas de moagem, brassagem, cozimento do mosto, bem como a filtração não são necessárias a esta produção (CENTRALBREW, 2018).

5.2.3 Filtração

Esta é uma etapa crucial para a qualidade da cerveja, uma vez que os sólidos indesejáveis presentes no mosto possuem alto teor de proteínas, enzimas coaguladas, amido ácidos graxos, silicatos e polifenóis que prejudicam as características sensoriais da cerveja. Esse processo tem

por objetivo clarear o mosto, filtrando-o cada vez que ele passa pelo filtro (OLIVER; COLICCHIO, 2011).

Os tanques nos quais se realiza a filtração, as tinas de filtração (Figura 22), possuem um fundo falso para segurar a camada de grãos. O mosto entra pela parte inferior na tina para facilitar a criação dessa camada e, em alguns casos, há a presença de facas e pás para revolverem a camada de grãos e melhorar o fluxo do mosto. Na parte superior da tina, é inserida a água e ocorre a reinscrição do mosto por *sprays* (OLIVER; COLICCHIO, 2011).

Figura 22 - Tina de filtração industrial.



Fonte: GEA (2020).

Essa técnica, com uso de fundo falso, é mais empregada por cervejarias de menor porte e em escala piloto que, normalmente, utilizam o método *All Grain*. O fundo falso, como mostrado na Figura 23, é uma espécie de peneira, na qual fica localizado o malte moído, que após a extração é denominado bagaço de malte, formando uma camada, que é responsável por realizar a filtração. Após a primeira filtração do mosto, denominado mosto primário, adiciona-se água ao bagaço para que se possa extrair o mosto que permaneceu nas cascas, obtendo o mosto secundário (MORADO, 2017).

Figura 23 - Panela em alumínio com fundo falso.



Fonte: Lamas Brew Shop (2019).

O mosto é recirculado no tanque até que fique límpido e posteriormente é realizada a lavagem das cascas do malte com água a uma temperatura de 75 °C, visando extrair o máximo de açúcar (KUNZE, 2004).

Além do fundo falso, outro meio bastante utilizado em produções de escala piloto é o filtro *bazzoka*, que é um cilindro com uma malha impedindo o bagaço de malte passar pela torneira, como pode ser visualizado na Figura 24. Uma das extremidades desse filtro é fechada e a outra é rosqueada na torneira (HUGHES, 2014).

Figura 24 – Filtro *bazzoka*.



Fonte: Adaptado de We Consultoria (2020).

Pelo método BIAB, retira-se o bagaço do mosto por meio de um saco, conhecido como *bag*. É um saco à base de um tecido permeável, resistente e atóxico. Os grãos moídos são inseridos nesse saco e depois são colocados em uma panela com água quente. Ao retirar a *bag*, o líquido sairá pelo material da sacola e os grãos continuarão presos. Para um reaproveitamento, pode-se inserir novamente em outra panela com água e extrair um pouco mais dos grãos (CENTRALBREW, 2018; PALMER, 2006).

Já para escalas industriais, a filtração do mosto é comumente realizada em filtros de placas, que consiste na utilização de câmaras verticais formadas por placas intercaladas com telas de material plástico termorresistente e com malha bastante fina, que propiciam maior rendimento (MORADO, 2017).

5.2.4 Fervura

O mosto é transferido para o tanque de ebulição, no qual ocorre a fervura e adição dos lúpulos que conferem estabilidade, sabor e aroma à cerveja. Este processo é conduzido por

aproximadamente uma hora em temperaturas por volta de 100 a 150 °C e promove a reação de *Maillard*, reação entre um aminoácido ou proteína e um carboidrato redutor, alterando as propriedades sensoriais da cerveja. Além disso, há a precipitação de proteínas, a sanitização do mosto, a solubilização dos α -ácidos do lúpulo através da sua isomerização em iso- α -ácidos, além da volatilização de compostos indesejados, entre eles o DMS (dimetil sulfeto) proveniente de compostos sulfurosos do grão (DANIELS, 2000).

É através de uma fervura intensa que se proporciona uma cerveja clara, limpa e biologicamente estável. A adição de lúpulos é recomendada na metade ou no final dessa etapa para que suas características, como seus óleos essenciais e a presença dos α -ácidos, sejam preservadas (FONTOURA et al., 2019). Adicionando-se o lúpulo no início da fervura, seus óleos essenciais são evaporados, mais α -ácidos sofrem isomerização e mais β -ácidos são oxidados, ambos contribuindo para o amargor da cerveja (HIERONYMUS, 2012).

No processo industrial, a fervura ocorre em tanques e em seguida o mosto passa por um trocador de calor que pode estar alocado dentro do tanque ou separadamente. Em seguida, o mosto retorna ao tanque de forma pulverizada (por *spray*) no topo. Essa técnica é utilizada para a volatilização de alguns compostos na bebida. Em microcervejarias, esse procedimento pode ser realizado por meio de camisas ao redor do tanque, que aquecem o mosto, e a configuração do tanque pode auxiliar na circulação do mosto (OLIVER; COLICCHIO, 2011).

Em escala piloto, o processo se dá com o aumento do aquecimento da panela na qual o mosto se encontra. Utilizando o método *All Grain*, o mosto segue para a panela de fervura, após passar pela camada de grãos que se encontrava na panela de mosturação. E no BIAB, a panela utilizada na mosturação é a mesma para a fervura (PALMER, 2006).

5.2.5 Separação do *trub* e resfriamento

Após a etapa de fervura, o lúpulo utilizado e os materiais coagulados aglutinam-se no fundo do tanque e formam o chamado *trub* que deve ser retirado para que a bebida possa ter bons aspectos sensoriais (PALMER, 2006). A forma mais utilizada para a separação do *trub* é gerando um redemoinho (*whirlpool*), utilizando a força centrípeta, que faz com que este se aloque no centro do tanque, como é apresentado na Figura 25 (MORADO, 2017). Esta técnica torna a decantação mais rápida e eficiente, favorecendo a formação de conglomerados sólidos (PALMER, 2006). Saindo do processo de *whirlpool*, o mosto encontra-se em uma temperatura elevada, aproximadamente 85 °C. A esta temperatura, as leveduras não conseguiriam sobreviver, sendo assim, ocorre o resfriamento do mosto (BAMFORTH, 2009).

Figura 25 - Formação de *trub*.

Fonte: Bier Brauer (2018).

Este deve ser realizado rapidamente a fim de evitar aromas indesejáveis à bebida e o risco de contaminação (MORADO, 2017). Como já mencionado anteriormente, no processo industrial há a presença de trocadores de calores e é por eles que ocorre o resfriamento do mosto. Comumente esses trocadores de calores são do tipo placas e o mosto é inserido em regime turbulento, favorecendo a troca térmica (KUNZE, 2004).

Já o processo de resfriamento em escalas menores pode ser realizado por meio de trocadores de calor com número de reduzido de placas ou até mesmo com placas menores, ou através de banho de água e gelo, colocando a panela em um recipiente maior para proporcionar assim a troca térmica. Entretanto esse método não é recomendado para volumes maiores, uma vez que a troca de calor ocorre somente nas paredes e na parte de baixo, podendo prejudicar o a etapa de resfriamento da cerveja (PALMER, 2006).

Outro método, comumente utilizado para a produção em escala piloto, é com uso de *chiller* de material inox, alumínio ou cobre, representado na Figura 26, colocado dentro da panela em que está o mosto, pelo qual passa a água de resfriamento e assim realizando a troca térmica (PALMER, 2006).

Figura 26 - *Chiller* de cobre.

Fonte: Henrik Boden (2019).

5.3 Fermentação

Após a etapa de resfriamento, o mosto é bombeado para o tanque de fermentação, no qual é inoculada uma quantidade determinada de leveduras frescas e aeradas (NACHEL; ETTLINGER, 2018). Como a ação das leveduras interfere diretamente no estilo das cervejas, podem formar nesta etapa cervejas de fermentação de superfície, de fundo e as que são de fermentação selvagem.

As cervejas de fermentação de superfície são de alta fermentação (Ale) e ocorrem em temperaturas em torno de 15 a 25 °C, entre três e cinco dias. As Ale são cervejas com características aromáticas mais marcantes que as do tipo Lager (BELTRAMELLI, 2012; MORADO, 2017). As que possuem fermentação de fundo, Lager, são cervejas de baixa fermentação, que ocorre em temperaturas por volta de 9 a 15 °C. Esse tipo de bebida possui um processo mais demorado se comparado com o das cervejas do tipo Ale, durando em torno de dez a quatorze dias (ARAÚJO; SILVA; MINIM, 2003; MORADO, 2017).

E por fim as cervejas produzidas a partir da fermentação selvagem, que ocorre por meio das leveduras presentes no ar. A fermentação selvagem, que se concentra na superfície, pode durar de um a dois anos e podem ser adicionados ingredientes como frutas que lhes conferem características peculiares. Essas cervejas são produzidas na Bélgica e são chamadas de Lambic (MORADO, 2017).

Antes da adição da levedura ao tanque de fermentação, deve-se prepará-las. Esse procedimento ocorre tanto para a produção em escala industrial quanto em escala piloto. No entanto, o uso de uma etapa de adaptação é mais comum na indústria. Essa etapa é uma fase predominantemente aeróbia, em que as leveduras se reproduzem, aumentando sua quantidade de duas a seis vezes (SANTOS; RIBEIRO, 2005). Parte do mosto obtido pode ser utilizado para que ocorra a fase de adaptação e a outra é misturada ao substrato, que são os nutrientes usados pelas leveduras para que ocorra o processo de fermentação (AQUARONE et al., 2001; CARVALHO, 2007).

Outra técnica utilizada para a etapa de adaptação é a hidratação das leveduras, entretanto essa técnica é mais utilizada em módulos artesanais. É comum a compra de leveduras liofilizadas e essas são hidratadas em água esterilizada, oxigenadas e em seguida são misturadas ao mosto, também oxigenado (PALMER, 2006). Ao adicionar a solução de leveduras ao mosto deve-se atentar para que ambos estejam na mesma temperatura de modo que o ambiente que as leveduras vão encontrar esteja em consonância com a solução.

Após essa etapa, as leveduras realizam a fermentação propriamente dita, que pode ocorrer via dois tipos de metabolismo: em fase aeróbia, que necessita de oxigênio, ou anaeróbia, sem a presença de oxigênio. Comumente a principal via metabólica é a anaeróbica (SANTOS; RIBEIRO, 2005). No fermentador, após o período de doze a dezoito horas, as leveduras se encontram na fase de crescimento exponencial e simultaneamente ocorre a fermentação, produzindo uma espuma, que deve ser retirada, pois pode causar problemas na turbidez e na qualidade da cerveja. (AQUARONE et al., 2001; CARVALHO, 2007).

O processo de fermentação da cerveja pode ser caracterizado por duas etapas distintas, a fermentação primária e a secundária (VENTURINI FILHO, 2018). Basicamente, a fermentação primária é a responsável pela transformação, por meio das leveduras, de açúcares em gás carbônico (CO₂) e etanol (C₂H₆O) (MORADO, 2017). Já a fermentação secundária, também conhecida como maturação, é a responsável por dar as características finais da cerveja (VENTURINI FILHO, 2018).

Assim, no mosto resfriado, a levedura inoculada, *Saccharomyces cerevisiae*, irá se reproduzir e consumir os açúcares. Nessa fermentação primária, os açúcares fermentáveis, como a maltose, glicose e maltotriose, são então metabolizados por meio da levedura alcoólica. Durante a fermentação, alguns componentes são formados, como álcoois alifáticos superiores, ésteres, ácidos, acetoínas. Esses compostos influenciam diretamente nas características finais da cerveja pronta (VENTURINI FILHO, 2018).

Um importante parâmetro para que ocorra uma boa fermentação é a temperatura desse processo. Ao permanecer a uma temperatura abaixo do *set point*, a fermentação poderá ser ineficiente e trará prejuízos à produção. Se a temperatura permanecer maior que o valor estabelecido, pode comprometer o comportamento das leveduras e alterar as características da cerveja, gerando produtos secundários que podem ser indesejáveis (WHITE; ZAINASHEFF, 2010).

Industrialmente, a fermentação ocorre em tanques revestidos por camisa externa, na qual há passagem do fluído refrigerante, que pode ser amônia ou o etileno glicol. Já em produções artesanais, é realizada em recipientes fechados que permitem somente a saída do ar, em um dispositivo conhecido como *airlock*. Pode usar também uma válvula para a saída de ar, para evitar o acúmulo de CO₂ e, por conseguinte, uma possível explosão no fermentador (PALMER, 2006). Já o controle da temperatura se dá em geladeiras, salas climatizadas, entre outras técnicas. No final da fermentação, a levedura é levada para o tratamento e pode ser estocada, sendo uma parte reutilizada em novos processos de fermentação cervejeira, e a outra vendida para a indústria de alimentos (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

A fermentação secundária ou maturação, diferente da fermentação primária que requer um tempo de aproximadamente sete dias, necessita de um tempo maior para seu processo, podendo chegar a semanas. Porém, com a utilização de cepas selecionadas de leveduras é possível reduzir esse tempo e produzir cervejas entre 12 e 15 dias (WILLAERT; NEDOVIC, 2006).

No processo de maturação, ocorrem algumas reações físico-químicas que transformam o aspecto da bebida, produzindo alguns sabores e aromas (MORADO, 2017). Ela pode permanecer no mesmo tanque em que ocorreu a fermentação primária ou alocada e, geralmente, o processo de maturação é conduzido em temperaturas mais amenas que a fermentação. É durante a maturação que se reduz a concentração do diacetil, aumenta a quantidade de CO₂ dissolvido e dá-se início ao processo de clarificação. Isso porque, o tempo em que ocorre o processo de maturação auxilia a floculação de leveduras, auxiliando assim na clarificação da cerveja (EßLINGER, 2009).

Como há o aumento de CO₂, a maturação deve ocorrer em tanques fechados ou, em alguns casos, a maturação pode acontecer até mesmo em garrafas (PALMER, 2006). Em escala piloto, a maturação se difere daquela realizada na indústria pelos equipamentos utilizados. Em menores escalas de produção, pode-se transferir a bebida, denominada como cerveja verde, para outro recipiente, para que os sólidos decantem ou então utilizar o mesmo equipamento, ajustando a temperatura após a fermentação primária (RANDY, 2013).

5.4 Acabamento e envase

Finalizado o processo de maturação da cerveja, em alguns casos, é necessário que ela seja filtrada novamente a fim de eliminar partículas menores em suspensão se tornando mais cristalina (MORADO, 2017).

O envase da cerveja consiste na transferência do líquido que já foi fermentado e passou pela maturação para garrafas de vidro ou plástico (PET), barris e latas de alumínio (EßLINGER, 2009). A escolha do recipiente para armazenar a cerveja está intimamente relacionada com a experiência que o consumidor deseja (AQUARONE et al., 2001). Além do gás carbônico puro, uma mistura de N₂, para algumas cervejas como as da marca *Guinness* do estilo *Stout*, e CO₂ pode ser utilizada para dar gás à bebida e proporcionar uma espuma mais cremosa e resistente. Deve-se atentar ao uso do nitrogênio, uma vez que ele contribui para a volatilização de compostos do lúpulo, reduzindo o amargor, além de aumentar o custo da produção (EßLINGER, 2009).

O procedimento de carbonatação mecânica é comum em grandes cervejarias. Utiliza-se do CO₂, que é borbulhado por um difusor, gerando pequenas bolhas na saída da filtração ou então pode ser utilizado nos tanques de envase, no qual é borbulhado até um valor determinado de contrapressão (AQUARONE et al., 2001). Após a carbonatação, inicia-se o envase.

Em relação às garrafas de vidros, é retirado o ar presente nesses recipientes e em seguida é injetado CO₂, por um tubo longo, a partir do fundo da garrafa ou então a cerveja pode ser injetada em regime laminar, por um tubo curto. A garrafa é então selada com a tampa metálica e passa por uma avaliação em relação ao seu conteúdo (PRIEST; STEWART, 2006).

O envase em latas se dá pela inserção da cerveja pelas paredes, em regime laminar, enquanto a pressão é ajustada, até atingir o enchimento (EßLINGER, 2009). E por fim, os barris têm seu envase por pressão, após um processo de sanitização e pressurização (MORADO, 2017).

Após o envasamento, a bebida presente em garrafas e latas é enviada à pasteurização, processo pelo qual ocorre aquecimento em torno de 60 °C em um curto período, a fim de proporcionar, apesar da perda de características sensoriais, um ganho na estabilidade microbiológica, eliminando microrganismos que poderiam alterar seu sabor e deteriorá-la. Assim, após passar por esse processo, a bebida é então denominada cerveja. Já as bebidas que são envasadas em barris, normalmente não passam por este processo, e são denominadas chope, um produto com menor tempo de vida de prateleira (BRASIL, 2019b; SANTOS; RIBEIRO, 2005).

Em escala piloto, antes da transferência da cerveja para as garrafas, ocorre a adição de açúcares fermentáveis, para que tenha outra etapa de fermentação, liberando assim o CO₂, técnica essa conhecida como *priming*. Essa é uma técnica comum, porém apresenta alguns pontos negativos, segundo Palmer (2006), já que a levedura terá que percorrer as três fases novamente (adaptação, fermentação e maturação), só que agora na garrafa (PRIEST; STEWART, 2006).

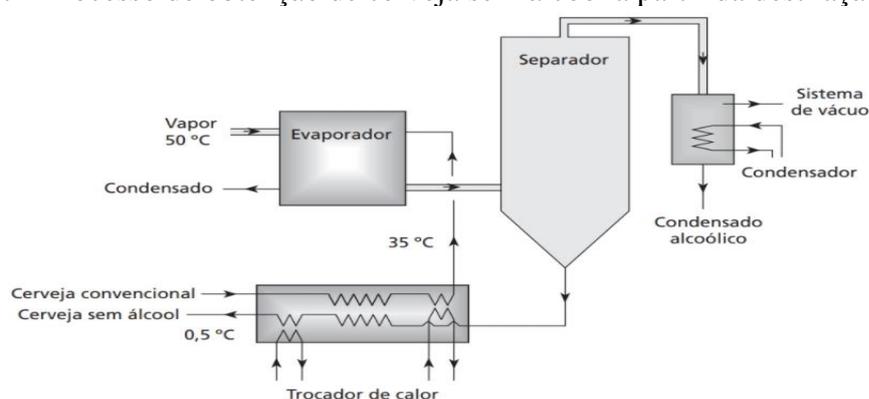
Nas garrafas, o envase é feito e, para o fechamento, utiliza-se tampinhas metálicas próprias com o auxílio da recravadeira manual. Como utiliza-se do *priming*, a cerveja engarrafada deve permanecer em repouso por cerca de dez dias para que a carbonatação ocorra e, após esse período, está pronta para consumo (LAW; GRIMES, 2015).

5.5 Cerveja sem álcool

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2019a), cerveja sem álcool é aquela que apresenta teor alcoólico inferior ou igual a 0,5% em volume (0,5% v/v). Para a produção desse tipo de cerveja, utilizam-se métodos para a redução do teor de álcool presente na bebida, que podem ser classificados como físicos ou biológicos (FRANCESCO et al., 2014).

Os métodos físicos são aqueles que envolvem a remoção do álcool após a etapa de fermentação, utilizando algumas técnicas já conhecidas e efetivas na indústria como a osmose reversa, evaporação e filtração por membranas (BRÁNYIK et al., 2012). Uma dessas técnicas é a destilação a vácuo, representada na Figura 27.

Figura 27 - Processo de obtenção de cerveja sem álcool a partir da destilação à vácuo.



Fonte: Lewis e Young (2002) e Regan (1990) apud Venturini Filho (2018).

Já métodos biológicos de fabricação das cervejas sem álcool se diferem da fabricação das demais cervejas na fase de fermentação. Neles, utilizam-se de técnicas para a interrupção da fermentação ao alcançar o valor de álcool permitido ou até mesmo restringindo a formação do álcool na bebida. Essas técnicas podem ocorrer com uma preparação diferenciada do mosto cervejeiro, com manipulações nas condições da fermentação, como temperatura e tempo, ou até mesmo com a utilização de alguma levedura especial (BRÁNYIK et al., 2012).

Nesse sentido, pode-se utilizar microrganismos específicos, com características de baixa metabolização de álcool, como a *Saccharomyces ludwigii*, que é ideal para a produção de cerveja sem álcool, pois não fermenta a maltose e maltotriose (FRANCESCO et al., 2014).

6 IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19

A indústria cervejeira durante o ano de 2020 sofreu, assim como os demais setores da economia, forte impacto advindo da pandemia da Covid-19 que se instaurou no mundo. A pandemia mudou não somente os hábitos da população mundial, mas também interferiu diretamente no modo de operação do mercado com mudanças importantes para a indústria de bebidas alcoólicas (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020).

Como apresentado por Lemos (2020), segundo Rodrigo Mattos, analista da Euromonitor, 2020 representou dois momentos distintos para o mercado de bebidas. No primeiro semestre houve uma maior preocupação da população, que gerou um consumo de bebidas deslocado para casa dos brasileiros.

Em 2020, apesar de haver um alto crescimento na produção de alguns insumos, como o lúpulo, que poderia auxiliar na queda do preço, com a alta do dólar, o custo de diversos outros insumos e produtos impactou diretamente os preços e as vendas da bebida. Neste cenário, os efeitos da economia puderam ser mais sentidos devido à inflação e ao declínio da renda (LEMOS, 2020), justificando a forte queda nas vendas de bebidas alcoólicas nos bares, restaurantes, lugares de lazeres, entre outros locais, denominados no mercado de *on-trade* (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020).

Além de não apresentar um ligeiro aumento, como era previsto no cenário apresentado na Figura 13b (antes do *boom* da pandemia), o mercado brasileiro de cerveja registrou em 2020 uma significativa baixa. Em relação ao ano de 2019, com vendas em volume de 12,63 bilhões de litros de cerveja (Tabela 5), houve uma queda de aproximadamente 18% em volume da bebida vendida, registrando um total de vendas de cerca de 10,38 bilhões de litros em 2020 (EUROMONITOR apud LEMOS, 2020). Associado a isso, ocorreu uma redução na taxa de crescimento do número de registros de cervejarias, como mostra a Figura 11, que passou de 36,0% em 2019 (Figura 14), para 14,4% em 2020. Esse cenário brasileiro condiz com o apresentado pela Euromonitor (2020, apud LEMOS, 2020), já que, de acordo com esta referência, o mercado de bebidas alcoólicas vem sofrendo mudanças significativas desde 2017, quando o consumidor passou a beber menos, porém com mais qualidade, diante de uma maior variedade da bebida. Como supracitado no item 3.2, Cenário Nacional, é possível observar, a partir da Tabela 5 e das Figuras 13b e 14, que houve uma redução no volume de cerveja vendida a partir de 2017, com ligeiro aumento em 2019, e, simultaneamente, um aumento expressivo no número de registros de cervejarias, sendo menos expressivo em 2020 devido à pandemia, como mostram as Figuras 11 e 14.

A evolução da produção industrial ao longo de 2020 denotou que, após forte queda devido às medidas de isolamento social no cenário da pandemia, a retomada tem sido desigual entre as diversas atividades. As atividades de fabricação de bebidas e de produtos alimentícios já registraram crescimento positivo em relação ao mesmo período do ano anterior (CERVBRASIL, 2020). No entanto, a recuperação gradual durante o ano de 2020 não foi suficiente para superar as quedas do primeiro semestre do ano. Com a redução de 18% em vendas no volume de cervejas no Brasil, a previsão é que o mercado cervejeiro mundial tenha o mesmo comportamento de queda, porém registrando uma redução de 26% em volume nas vendas devido aos impactos da pandemia (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2020).

Foram as vendas pelo e-commerce, lojas virtuais, que viabilizaram o comércio de cervejas, principalmente as artesanais. O mercado cervejeiro passou a se reinventar para além das inovações de sabores e aromas, aderindo aos aplicativos de *delivery*, instalando pontos de vendas no sistema *drive-thru*, entre outras ações de atendimento aos clientes. O advento da pandemia impulsionou desde as pequenas cervejarias, com menor estrutura de logística, até as grandes cervejarias, adotarem ações de distribuição e entrega de produtos (DINO, 2020).

É nesse cenário que, segundo Rodrigo Mattos (2020, apud LEMOS, 2020), as latas aparecem como destaque. Além de facilitar a logística de entregas de bebidas, a falta de matéria-prima para embalagens, vidros, no mercado tem feito com que as marcas invistam em novas embalagens para reduzir a falta de insumo. Segundo Sá (2020, apud LEMOS, 2020), diretor executivo do Grupo Petrópolis, nos meses de março e abril de 2020, o grupo teve um consumo de 92% da bebida em lata, um salto de 14% em relação ao valor médio.

Em relação aos novos registros de cervejarias no Brasil, no ano de 2020, houve 174 novos registros, como mostra a Figura 11, o que representa um crescimento de 14,4%, ficando abaixo do cenário menos otimista de 20%, de acordo com a taxa de crescimento média nos últimos vinte anos. No entanto, apesar de um crescimento abaixo da projeção menos otimista e dos cancelamentos dos registros das cervejarias durante o ano de 2020, não se pode afirmar que esses números foram afetados diretamente pela pandemia, uma vez que o registro realizado pelas cervejarias é válido por um período de dez anos e, caso a cervejaria encerre suas atividades e não comunique ao MAPA, pode ocorrer que esse fechamento seja somente percebido pela fiscalização na próxima atuação local (MAPA, 2021).

Ao analisar o número de registros de produtos que as cervejarias desejam produzir, em 2020, foram 8459 novos registros, representando uma redução de 15% se comparado ao ano anterior, com 9950 novos registros. Desde o ano de 2008, é a primeira vez que há uma redução

no número de registros. Essa queda demonstra a preocupação das cervejarias com a instabilidade do mercado frente à pandemia (MAPA, 2021).

Por outro lado, a Ambev registrou já no primeiro trimestre do ano de 2021 uma alta de 125% nos lucros, ante o mesmo período de 2020. Já o volume vendido pela empresa no primeiro trimestre totalizou R\$ 43,530 bilhões, alta de 11,6% em relação ao mesmo período de 2020. Em seu relatório trimestral, a companhia afirma que esteve mais preparada para lidar com alguns desafios persistentes relacionados à pandemia do que em março de 2020. Além disso, de acordo com a Infomoney (2021), os aumentos registrados foram impulsionados pelas inovações da empresa e pelo aumento significativo do segmento de cervejas *premium*, confirmando as mudanças no mercado de bebidas alcóolicas apontadas por Euromonitor International (2020, apud LEMOS, 2020). Por fim, esses dados denotam um cenário em que as grandes empresas estão mais bem preparadas para enfrentar os desafios impostos pela pandemia da Covid-19.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

Como ressaltado no capítulo anterior, o ano de 2020 foi marcado pela pandemia de Covid-19, que mudou o cenário mundial, desde pequenas rotinas à economia de países. O segundo trimestre desse ano foi marcado por instruções governamentais, bloqueios, desempregos e um novo panorama no mercado. Assim como os demais setores da economia, a produção de cervejas foi fortemente afetada por este cenário (INSTITUTO I&D CERVEJA, 2020). As restrições financeiras, ocasionadas pela pandemia, fizeram com que houvesse uma redução no consumo e gerou novas tendências ao mercado cervejeiro (GUIA DA CERVEJA, 2020b).

O setor industrial do Brasil está sendo afetado por fatores como o descompasso na retomada econômica e as interrupções do mercado devido às contaminações da Covid. O Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo, o IPCA, apresentou no mês de novembro de 2020 uma alta de 0,89% e 4,31% em doze meses. Apesar de um nível confortável, os aumentos expressivos em itens de alimentação seguem afetando negativamente o custo de vida da população. Nesse cenário, a cerveja também teve seu preço afetado. Houve um aumento de 1,53% para as cervejas de consumo em domicílio no mês de novembro de 2020, o que é praticamente o acumulado do ano de 1,57%. As cervejas de consumo fora domicílio apresentaram uma variação de 1,33% e o acumulado no ano de 2,03%. Como há uma restrição de disponibilidade de renda, mesmo para o verão 2020/2021, era esperado que a inflação sobre a cerveja permanecesse significativamente menor do que os índices de preços gerais (CERVBRASIL, 2020).

No entanto, o impacto na indústria cervejeira não é uniforme, uma vez que as maiores cervejarias possuem distribuição pela rede de varejo de alimentos, e acabam sendo menos prejudicadas que as pequenas cervejarias (INSTITUTO I&D CERVEJA, 2020), podendo apresentar até mesmo dados de crescimento expressivos, como os da Ambev citados no capítulo anterior.

No caso das cervejarias artesanais, o impacto da pandemia foi muito alto. Como a maioria dessas cervejarias possui um volume menor de produção e vendem para bares mais locais que comercializam cervejas/chopes em torneiras de marcas próprias, pôde-se sentir um impacto sobre as vendas devido às restrições de convívio social. Por essa razão, muitas cervejarias investiram em vendas *on-line* e estratégias comerciais de *marketing*, a fim de diminuir esses impactos. Todavia, para que essas microcervejarias se mantenham no mercado

e que seus produtos cheguem aos consumidores, investimentos como em processos de engarrafamentos deverão ser ressaltados (GUIA DA CERVEJA, 2021).

Apesar das grandes adversidades com a Covid-19, tanto no cotidiano da humanidade quanto na economia, ela trouxe a necessidade de avanços e estudos na ciência. No Brasil, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na produção de cerveja, se tornou mais um elemento para contribuir na corrida mundial contra a doença, como descoberto por pesquisadores da UNICAMP. Os pesquisadores da BIOinFOOD desenvolveram um biossensor baseado nessa levedura para a detecção rápida do vírus e, conseqüentemente, de baixo custo. O receptor humano ACE2 (hACE2) foi expresso na membrana da levedura, de modo que o sistema muda de cor se houver ligação com a glicoproteína viral Spike presente na superfície externa do vírus (BIO IN FOOD, 2020).

Ao analisar as matérias-primas para a produção da cerveja, nota-se um grande impacto na comercialização de lúpulos. No cenário global, segundo os relatórios das associações dos países produtores de lúpulo, presume-se que as variedades de lúpulos mais utilizadas por microcervejarias deverão sofrer uma redução da demanda, com tendência de excesso de oferta. De modo que algumas variedades podem permanecer mais equilibradas, enquanto outras poderão sofrer maiores perdas de preços. Cabe ressaltar que os principais fatores que afetam o mercado de lúpulo têm relação com os teores de α -ácidos e óleos essenciais e, principalmente, com os estoques das cervejarias com safras anteriores (INSTITUO I&D CERVEJA, 2020).

Além dos impactos da pandemia, para vencer os desafios da indústria cervejeira, o Brasil tem avançado suas pesquisas e investido em tecnologias no setor. Como se sabe, o país é dependente de um dos principais ingredientes da cerveja, o lúpulo, com exportações desse insumo advindo de vários países (CERVBRASIL, 2020). Atualmente, quase 99% dos lúpulos usados pelas cervejarias brasileiras são advindos da exportação, mas a possibilidade desse cenário mudar é grande. Além de trazer características às cervejas aqui produzidas, o lúpulo brasileiro pode chegar a ter qualidade superior ao importado (GUIA DA CERVEJA, 2020a).

O Grupo Petrópolis apresentou recentemente no mercado sua primeira cerveja elaborada com lúpulo cultivado no Brasil. É uma bebida do estilo German Pils que tem corpo leve e de cor dourada, denominada Braza Hops. O lúpulo utilizado na produção dessa bebida foi cultivado em Teresópolis, no Centro Cervejeiro da Serra, estado do Rio de Janeiro. A plantação iniciou em 2018, com alguns testes de espécies que se adaptariam ao clima e às condições apresentada pelo solo. Para que fosse possível o cultivo, devido à cultura ser de origem do Hemisfério Norte, foi utilizada uma tecnologia de agricultura israelense para a cobertura do solo, com sistema de irrigação automatizado e adubação utilizando insumos bastante solúveis.

Em 2020, terceiro ano de cultivo, a expectativa era de obter cerca de 800 kg de lúpulo seco, com as colheitas nos meses de março e dezembro. Este foi o primeiro lúpulo do país a obter o aval de conformidade pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o primeiro a obter nota de origem das plantas (CERVBRASIL, 2020).

A Ambev também lançou no mercado nacional uma cerveja com lúpulo brasileiro em parceria com a cervejaria Lohn Bier e mais nove microcervejarias de Santa Catarina. A Brazilian Blonde Ale é uma puro malte e possui seu rótulo colaborativo entre as cervejarias participantes. A bebida é de edição limitada, mas o projeto busca o incentivo da cadeia produtiva e fomentar a cultura do lúpulo (GUIA DA CERVEJA, 2020c).

Além dos avanços com a produção de lúpulo nacional, o Brasil possui grande potencial de se tornar uma escola cervejeira no que tange principalmente aos aspectos das leveduras utilizadas para a produção da bebida. Luciana Brandão, sommelier, cofundadora e CEO do Laboratório da Cerveja, afirma que o Brasil possui ingredientes típicos como as especiarias, madeiras e as frutas, além de contar com avanços nos estudos sobre leveduras que o coloca como um potencial país para uma nova escola cervejeira no mercado (GUIA DA CERVEJA, 2020b).

O mercado cervejeiro nacional e mundial está mudando cada vez mais, conforme os padrões dos consumidores. O setor cervejeiro no Brasil tem passado por mudanças significativas, desde as novas tendências do mercado, também provocadas pela pandemia até as novas instruções normativas da legislação. Em julho de 2019, o Decreto N° 9.902 (BRASIL, 2019a) trouxe outra perspectiva para o mercado cervejeiro brasileiro, dispondo sobre padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas. A Instrução Normativa realizada pelo MAPA (BRASIL, 2019b) traz mudanças sobre a padronização da rotulagem e simplificação de novos registros das bebidas, como é possível observar no Quadro 2. As nomenclaturas das cervejas serão mais claras ao consumidor, bem como haverá a permissão de cervejas envelhecidas com fermentações de diferentes microrganismos, adição de mel e lactose, entre outros adjuntos. Essas mudanças trarão um grande avanço ao setor. A produção nas cervejarias será mais simples e permitirá mais inovação e dinamismo ao setor (ABRACERVA, 2019).

Além das modificações ressaltadas no Quadro 2, a Instrução Normativa n° 65 estabelece outras definições a fim de trazer modernizações necessárias ao desenvolvimento do mercado cervejeiro, como por exemplo a expressão “cerveja gruit”, permitida para cervejas com substituição total do lúpulo por outros tipos de ervas, aprovadas para o consumo humano (BRASIL, 2019b).

Quadro 3 - Principais classificações das cervejas segundo MAPA.

Critério de classificação	Tipos
Teor alcoólico	<u>Cerveja sem álcool ou desalcolizada</u> : até 0,5% em volume de álcool. <u>Cerveja com teor alcoólico reduzido</u> : 0,5 até 2,0% em volume de álcool. <u>Cerveja</u> : acima de 2,0% em volume de álcool.
Proporção de matérias-primas	<u>Cerveja puro malte ou cerveja 100% malte</u> : bebida feita somente com malte ou extrato de cevada. <u>Cerveja</u> : no mínimo 55% em peso de cevada malteada e no máximo 45% de adjuntos. <u>Cerveja 100% malte de (nome do cereal maltado) ou cerveja puro malte de (nome do cereal maltado)</u> : extrato primitivo provém exclusivamente de outro cereal maltado. <u>Cerveja de (nome do cereal ou dos cereais majoritários, malteado(s) ou não)</u> : extrato primitivo possui no máximo 80% em peso de adjuntos e no mínimo 20% de malte de cevada ou malte de (nome do cereal utilizado). Ou quando dois ou mais cereais contribuírem com a mesma quantidade para o extrato, todos devem ser citados.

Fonte: Adaptado de Brasil (2019b).

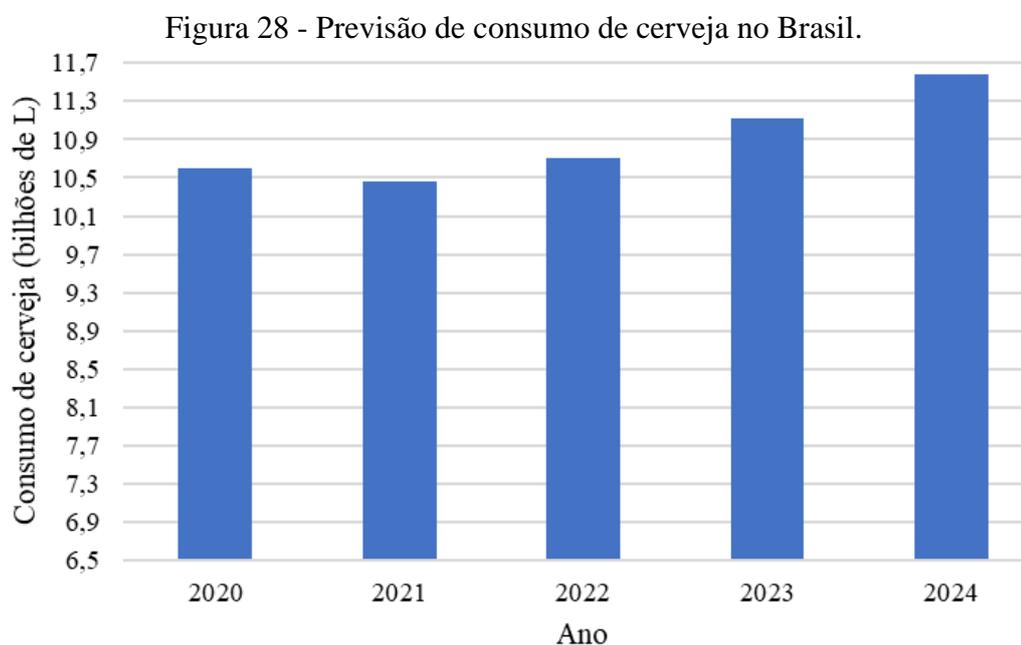
Também é importante mencionar que o Brasil no ano de 2020 teve quatro premiações do *World Beer Awards*, mostrando cada vez mais um refino nos padrões das cervejas produzidas no país. Os prêmios para o Brasil foram: o *World's Best Dark Beer* para a cerveja Aroeira da cervejaria Wäls, *World's Best IPA Black* à cerveja Black Indica da cervejaria Colorado, *World's Best Speciality Brut Beer* à cerveja Brut da cervejaria Wäls e *World's Best Fruit Lambic* à cerveja Fruit Lambic também da cervejaria Wäls (WORLD DRINKS AWARDS, 2020).

Além das premiações do ano de 2020, outro dado que indica uma mudança no perfil do consumidor brasileiro de cerveja é a conclusão de um estudo realizado junto a este público pela Mintel (2019). A pesquisa apontou que cerca de 57% dos entrevistados afirmaram preferir beber pequenas quantidades de cerveja mais cara a grandes quantidades de cerveja de menor custo. Entre os consumidores de 18 a 24 anos, destacaram-se nessa pesquisa, além das artesanais e de trigo, cervejas com sabor inovador; que é o que algumas cervejarias brasileiras têm feito em suas produções. Segundo Nogueira (2020), a cervejaria paulista Colorado, hoje sob domínio da Ambev, acrescenta ingredientes nativos como mandioca e rapadura a suas receitas. Outro exemplo dessa diversificação na produção é da cervejaria Amazon Beer, de Belém, cujos adjuntos acrescentados à bebida contemplam a flora amazônica com o uso de pripioca, taperebá e cumaru. Mesmo que essas adições ainda sejam em cervejas de estilos bases

consagrados, nota-se uma tendência de diversificação do consumidor brasileiro, buscando cada vez mais por criatividade e originalidade nas cervejas.

Nesse cenário, é importante mencionar a importância da adoção de estratégias de *marketing* para alavancagem do mercado nacional, que, como apontado por Freitas (2021), resultaram em uma aceleração dos canais de vendas on-line. Tais estratégias, ao valorizar a percepção e a expectativa do consumidor, por exemplo com relação à embalagem e ao recipiente de consumo, se somam aos esforços que têm sido realizados com relação à legislação do setor e na valorização dos insumos locais, permitindo vencer os desafios impostos pela pandemia no ano de 2020 e garantir o crescimento da indústria cervejeira brasileira.

Em relação às perspectivas futuras do mercado cervejeiro nacional, uma pesquisa da Euromonitor International realizada durante o ano de 2020, mostra as perspectivas do mercado cervejeiro marcado em queda até o ano de 2021 e tendo sua retomada a partir de 2022. A previsão é que em 2021 no Brasil haja uma redução no consumo de bebidas alcoólicas e a cerveja registre queda de 1,3% e uma projeção de aumento de 2,4% em 2022, como observado na Figura 28.



Fonte: Adaptado de Euromonitor International (2020) citado por Viana (2020).

8 CONCLUSÃO

A cerveja é símbolo de diversidade, criatividade e considerada elemento que une nações e culturas. Mundialmente, a indústria cervejeira é um importante indutor da economia e no Brasil não seria diferente, tendo sua grande contribuição na economia brasileira. O setor movimenta outros setores que são responsáveis por geração de empregos, por uma participação significativa no PIB brasileiro, pelo desenvolvimento científico e por inovação no mercado. O Brasil vem ganhando destaque mundialmente pelos seus avanços na produção de cerveja, não somente por ser um dos maiores produtores da bebida, mas também pelo desenvolvimento de cervejas que utilizam os recursos naturais abundantemente encontrados no país, conferindo-as características sensoriais marcantes. No que tange às escolas cervejeiras, o mercado brasileiro tem caminhado rumo ao desenvolvimento de uma própria.

Os avanços desse setor no Brasil têm permitido à agricultura brasileira avançar ainda mais nas suas pesquisas, sendo possível até mesmo o cultivo de lúpulos, que originalmente é característico de regiões frias. Além disso, nota-se a importância dos avanços científicos na microbiologia do processo produtivo de cerveja, que permitiram o desenvolvimento de um teste rápido na identificação da Covid-19.

O estudo da indústria cervejeira por meio das bibliografias consultadas permitiu inferir que a produção de cerveja possui características que necessitam do conhecimento colaborativo entre o científico e o técnico. Outro ponto identificado é que o mercado cervejeiro brasileiro se configurava em um cenário pré-pandemia em crescimento e promissor. Com o advento da Covid-19, o mercado global vem se redesenhando e a retomada do mercado cervejeiro no Brasil também deverá ser gradual, mas de grande diversificação e inovação. E já é fato que este setor da economia brasileira vem se diversificando cada vez mais, como pode-se notar pelo crescente número de microcervejarias.

Há, portanto, a necessidade de estudos que ressaltam a importância e as oportunidades deste mercado no país, fortalecendo a identidade nacional da cerveja brasileira. Amparado pelo conhecimento técnico-científico, é possível desenvolver e melhorar as tendências do mercado brasileiro, ampliando-as ainda mais ao mercado internacional. De modo que a elaboração deste trabalho permitiu alcançar conhecimento sobre a história, o mercado e a produção de cervejas, através das informações disponíveis nas diversas fontes consultadas, e espera-se que se constitua em uma contribuição bibliográfica para futuros estudos relativos à indústria cervejeira.

REFERÊNCIAS

- ABRACERVA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERVEJA ARTESANAL. **Nova Instrução Normativa do Mapa traz modificações sobre padronização, classificação e registro de cervejas**. 2019. 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: 29 dez. 2020.
- ACADEMIA ARTESANAL. **Produção de Cerveja**: guia completo all-grain. 2021. Disponível em: <https://academiaartesanal.com.br/producao-all-grain/>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- ACERVABRASIL - Federação brasileira das ACervAs. **Malte e adjuntos**. Acerva Gaúcha, 2020. Disponível em: <https://www.acervabrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Curso-Acerva-Malte-e-adjuntos-abr2020.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- AGEITEC – Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- ANCHOR BREWING. **Anchor brewing**: a San Francisco brewing tradition. 2021. Disponível em: <https://www.anchorbrewing.com/>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- ANNEMÜLLER, G.; MANGER, H. J. **Processing of various adjuncts in beer production**: raw grain adjuncts – sugars and sugar syrups – malt substitutes. Alemanha: VLB Berlin, 2013.
- APROLÚPULO – Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo. Disponível em: <https://www.aprolupulo.com.br/>. Acesso em: 04 mai. 2021.
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Blucher, v. 4, 2001.
- ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do Mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 121-128, 2003.
- BAKKER, B.; OVERKAMP, K., M.; MARIS, A., J., KÖTTER, P., LUTTIK, M., A., DIJKEN, J., P.; PRONK, J., T. Stoichiometry and compartmentation of NADH metabolism in *Saccharomyces cerevisiae*. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 25, n.1, p. 15-37, 2001.
- BAMFORTH, C. **Beer**: Tap into the Art and Science of Brewing. New York: Oxford University Press, Inc, 2009.
- BAMFORTH, C.; RUSSELL, I.; STEWART, G. **Beer**: a quality perspective. California: Academic press, 2011.
- BARTH-HASS. **The Barth Report**: HOPS 2018/2019. Nurembergue, 2019. Disponível em: https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/news/2019-0723/barthreport20181019en.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

BARTH-HASS. **The Barth Report: HOPS 2019/2020**. Nurembergue, 2020. Disponível em: https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/downloads/barth-berichte-broschueren/barth-berichte/englisch/2010-2020/barthhaas_report_2020_en.pdf. Acesso em: 29 dez. 2020.

BEER SCHOOL. **Como criar receitas melhores de cerveja**: equilíbrio sulfato-cloreto. Direção e Produção: Jamal Awadallak. 2017. 1 vídeo (11 min). Publicado pelo canal Beer School. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EA2Di5dSZfM&t=238s>. Acesso em: 27 mai. 2021.

BEER SCHOOL. **Como fazer correção de sais sem análise da água**. Direção e Produção: Jamal Awadallak. 2020. 1 vídeo (17 min). Publicado pelo canal Beer School. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iVqjMjcikMc>. Acesso em: 23 mai. 2021.

BELTRAMELLI, M. **Cervejas, brejas e birras**: um guia completo para desmistificar a bebida mais popular do mundo. São Paulo: Leya, 2012.

BIER BRAUER – **Equipamentos para cervejeiros**. 2018. Disponível em: <http://www.bierbrauer.com.br/>. Acesso em: 18 abr. 2021.

BIO IN FOOD. **Projeto coronayeast**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.bioinfood.com/blog/projeto-coronayeast/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

BJCP - BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Guia de estilos de cervejas**. 2015. Disponível em: <http://www.dca.ufla.br/dca/wp-content/uploads/2017/04/BJCP-2015.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2020.

BJCP - BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **X4. Catharina sour**. 2018. Disponível em: <https://dev.bjcp.org/beer-styles/x4-catharina-sour/>. Acesso em: 14 dez. 2020.

BODE, D. Moagem. **RADAC** – Revista Anual Digital da AcervA Carioca. 1. ed. Rio de Janeiro, p. 9-14, 2020.

BOUÇAS, C. Concorrentes avançam sobre Ambev. **Valor Econômico**, 5 fev. 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2020/02/05/concorrentes-avancam-sobre-a-ambev.ghml>. Acesso em: 29 dez. 2020.

BRANDAM, C.; MEYER, X. M.; PROTH, J.; STREHAIANO, P.; PINGAUD, H. An original kinetic model for the enzymatic hydrolysis of starch during mashing. **Biochemical Engineering Journal**, v. 13, p. 43–52, 2002.

BRASIL. **Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019**.

Altera o anexo ao decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 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. Brasília, 2019a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9902.htm#art1. Acesso em: 4 nov. 2020.

BRASIL. **Instrução normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Brasília, 2019b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em: 23 dez. 2020.

BRÁNYIK, T.; SILVA, D. P.; BASZCZYŃSKI, M.; LEHNERT, R.; E SILVA, J. B. A. A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 4, p. 493-506, 2012.

BREWBEER. **Entenda como é produzido o malte e seu papel na cerveja**, 20 fev. 2019. Disponível em: <http://brewbeer.blog.br/entenda-como-e-produzido-o-malte-e-seu-papel-na-cerveja/>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BREWERS ASSOCIATION. **For small and independent craft brewers**. E.U.A, 2020. Disponível em: <https://www.brewersassociation.org/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

CABRAS, I.; HIGGINS, D. M. Beer, brewing, and business history. **Business History**, v. 58, n. 5, p. 609-624, 2016.

CARVALHO, G. B. M. **Obtenção de cerveja usando banana como adjunto e aromatizante**. 2009. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) - Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, 2009.

CARVALHO, L. G. **Dossiê técnico: produção de cerveja**. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>. Acesso em: 18 dez. 2020.

CENTRALBREW. **Processos de produção artesanal: recirculação**. Mooca, 2018. Disponível em: <https://centralbrew.com.br/blog/>. Acesso em: 22 dez. 2020.

CERVBRASIL. **Associação Brasileira da Indústria Cervejeira**. São Paulo, 2020. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site. Acesso em: 20 out. 2020.

CERVEJA E MALTE. **Escola superior de cerveja e malte: especiarias na cerveja**. 2017. Disponível em: <https://www.cervejamelte.com.br/especiarias-na-cerveja/>. Acesso em: 27 mai. 2021.

CERVEJANDO. **Pioneira na arte da cerveja artesanal**. 2021. Disponível em: <https://www.cervejando.com/>. Acesso em: 21 abr. 2021.

CERVEZA BAUM. **Cartelera Cervecera**. Mar Del Plata – Argentina, 2017. Disponível em: <https://cervezabaum.com/cartelera/2017/05/afrodita-fruit-beer/>. Acesso em: 6 abr. 2021.

CLUBE DO MALTE. **Fruit beer**. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.clubedomalte.com.br/estilos/fruit-beer>. Acesso em: 28 dez. 2020.

CONCERVEJA. **Feito de cervejeiro para cervejeiro**. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://concerveja.com.br/>. Acesso em: 27 mai. 2021.

- CRAFT BEER. **Beer style**. 2020. E.U.A, 2020. Disponível em: <https://www.craftbeer.com/styles/california-common>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- CRAFT BEER JOE. **Fruit beer**: what is it and why are we seeing more of them? 2017. Disponível em: <https://www.craftbeerjoe.com/craft-beer-styles/fruit-beer/>. Acesso em: 6 abr. 2021.
- CRUZ, J. M.M. Produção de cerveja. In: FONSECA, M.M.; TEIXEIRA, J. A. **Reactores biológicos**: fundamentos e aplicações. Lisboa: Lindel, 2007.
- DADOBIER. **Cervejaria independente brasileira**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.dadobier.com.br/>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- DANIELS, R. **Designing great beers**: the ultimate guide to brewing classic. Boulder: Brewers Publications, 2000.
- D'AVILA, R.; LUVIELMO, M.; MENDONÇA, C. R.; JANTZEN, M. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 60–68, 2012.
- DINO – DIVULGADOR DE NOTÍCIAS. Mercado de cerveja artesanal cresce em 2019 e número de cervejarias aumenta 30% no primeiro trimestre de 2020. **Terra**, 2020. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/mercado-de-cerveja-artesanal-cresce-em-2019-e-numero-de-cervejarias-aumenta-30-no-primeiro-trimestre-de-2020,71859e1e0dcdff227f22a8d58016c77dm1fce51y.html>. Acesso em: 6 abr. 2021.
- DRAGONE, G.; SILVA, J. B. A e. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas**: ciência e tecnologia. São Paulo: Blucher, 2010.
- DUTRA, V. L. M. **Descrição de cervejas tipo pilsen por métodos sensoriais rápidos e análises físico-químicas**. Tese (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- EßLINGER, H. M. **Handbook of brewing**: processes, technology, markets. Weinheim: John Wiley & Sons, 2009.
- EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Country Report**: beer in Brazil. Londres, set. 2020. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/beer-in-brazil/report>. Acesso em: 04 jan. 2021.
- EUROMONITOR INTERNATIONAL. Market Sizes: historical/forecast. Brazil. In: VIANA, F., L., E. **Indústria de bebidas alcoólicas**. Caderno Setorial ETENE/BNB, n. 117, jun. 2020.
- FHYS.ORG. **A protein that extends life of yeast cells**. 2017. Disponível em: <https://phys.org/news/2017-09-protein-life-yeast-cells.html>. Acesso em: 14 dez. 2020.
- FRANCESCO, G.; FREEMAN, G.; LEE, E.; MARCONI, O.; PERRETTI, G. Effects of operating conditions during low-alcohol beer production by osmotic distillation. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 62, n.14, p. 3279-3286, 2014.

FREITAS, C. F. **Infográfico**: as maiores cervejarias do mundo de 2019. Catalisi. 2020. Disponível em: <http://catalisi.com.br/infografico-a-maiores-cervejarias-do-mundo-de-2019/>. Acesso em 29 dez. 2020.

FREITAS, C. F. **O que esperar do mercado de cerveja em 2021**. Catalisi, 2021. Disponível em: <http://catalisi.com.br/o-que-esperar-do-mercado-de-cerveja-em-2021/>. Acesso em: 27 mai. 2021.

FONTOURA, C. R. de O.; ASEVEDO, S. de M. L.; FRAGAS NETO, M., R.; SANTOS, L., M., R. dos; PEREIRA, C., de S., S. Uso do simulador de processos no estudo da engenharia química: uma aplicação no processo de produção de cerveja. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 8, p. 11724-11745, 2019.

GAUTO, M.; ROSA, G. **Química industrial**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GEA. **Sistema para fabricação de cerveja**. Kitzingen, 2020. Disponível em: <https://www.gea.com/pt/products/brewery-systems/brewhouse/lautering/lauterstar.jsp>. Acesso em: 21 dez. 2020.

GIBSON, B; GEERTMAN, J. M. A; HITTINGER, C. T; KROGERUS, K; LIBKIND, D.; LOUIS, E.J.; MAGALHÃES, F.; SAMPAIO, J.P. New yeasts - new brews: modern approaches to brewing yeast design and development. Espoo: **FEMS Yeast Research**, v. 17, n. 4, 2017.

GONÇALVES, J. L; FIGUEIRA, J. A.; RODRIGUES, F. P.; ORNELAS, L. P.; BRANCO, R. N.; SILVA, C. L.; CAMARA, J. S. A powerful methodological approach combining headspace solid phase microextraction, mass spectrometry and multivariate analysis for profiling the volatile metabolomic pattern of beer starting raw materials. **Food chemistry**. v. 160, p. 266-280, 2014.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; FARIA, J. D. A. F.; CRUZ, A. G. Characterization of brazilian lager and brown ale beers based on color, phenolic compounds, and antioxidant activity using chemometrics. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 91, n. 3, p. 563-571, 2011.

GROVER, C. Rise and Fall of US barley. 2014. *In*: The drunk alchemist. **Brew talk: science, history, homebrew recipes**. 2014. Disponível em: <https://drunkalchemist.blogspot.com/2014/05/rise-and-fall-of-us-barley.html>. Acesso em: 28 abr. 2021.

GUIA DA CERVEJA. **Beer summit**: Brasil caminha para se tornar um país exportador de lúpulo. Brasil, 2020a. Disponível em: <https://guiadacervejabr.com/beer-summit-lupulo-exportacao-pais/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

GUIA DA CERVEJA. **Beer summit**: com biodiversidade, país pode se tornar uma escola cervejeira. Brasil, 2020b. Disponível em: <https://guiadacervejabr.com/beer-summit-levedura-brasileira-escola-cervejeira/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

GUIA DA CERVEJA. **Executivos avaliam os efeitos de mais de um ano de pandemia em suas cervejarias**, 20 abr. 2021. Disponível em: <https://guiadacervejabr.com/efeitos-recrudescimento-pandemia-cervejarias-crise/>. Acesso em: 28 abr. 2021.

GUIA DA CERVEJA. **Projeto de lúpulo nacional da Ambev contribui para criação de colaborativa**. Brasil, 2020c. Disponível em: <https://guiadacervejabr.com/projeto-ambev-lupulo-nacional-cerveja-colaborativa/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

HAMMAD, N.; ROSAS-LEMUS, M.; URIBE-CARVAJAL, S.; RIGOLET, M.; DEVIN, A. The crabtree and warburg effects: do metabolite-induced regulations participate in their induction?. **Biochimica et biophysica acta (BBA) - Bioenergetics**, v. 1857, n. 8, p. 1139-1146, 2016.

HENRIK BODEN. **Cerveja caseira**. 2019. Disponível em: <http://www.cervejahenrikboden.com.br/resfriamento/>. Acesso em: 18 abr. 2021.

HIERONYMUS, S. **For the love of hops: the practical guide to aroma, bitterness, and the culture of hops**. Boulder: Brewers Publications, 2012.

HOMEBREW. **O que é o poder diastático do malte?** 2017. Disponível em: <http://homebrewer.com.br/>. Acesso em: 19 abr. 2021.

HORNSEY, J.S. **A history of beer and brewing**. Cambridge: the royal society of chemistry, 2003.

HOUGH, J. S.; BRIGGS, D. E.; STEVENS, R.; YOUNG, T. W. **Malting and brewing science: hopped wort and beer**. v.2. 2. ed. New York: Springer, 2012.

HUGHES, G. **Cerveja feita em casa: tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos**. 1. ed. São Paulo: Publifolha, 2014.

IHGC - INTERNATIONAL HOP GROWERS' CONVENTION. **Economic commision: summary reports**. USA: Hop Growers of America, 2020.

IMPÉRIO DO MALTE. **Receitas de fabricação**. 2018. Disponível em: <https://www.imperiodomalte.com/>. Acesso em: 7 dez. 2020.

INDUPROPIL. **Kits de produção**. Ijuí. 2020. Disponível em: <https://www.indupropil.com.br/kits-para-producao-de-cerveja-em-casa-vinho-hidromel/kit-cerveja-insumos.html>. Acesso em: 7 dez. 2020.

INFOMONEY. **Mercados: Ambev tem lucro líquido ajustado de R\$ 2,7 bilhões no 1º trimestre, salto de 125% em um ano**. Disponível em: [https://www.infomoney.com.br/mercados/ambev-tem-lucro-liquido-ajustado-de-r-27-bilhoes-no-1o-trimestre-salto-de-125-em-um-ano/#:~:text=A%20Ambev%20\(ABEV3\)%20registrou%20lucro,o%20registrado%20um%20ano%20antes](https://www.infomoney.com.br/mercados/ambev-tem-lucro-liquido-ajustado-de-r-27-bilhoes-no-1o-trimestre-salto-de-125-em-um-ano/#:~:text=A%20Ambev%20(ABEV3)%20registrou%20lucro,o%20registrado%20um%20ano%20antes). Acesso em: 14 mai. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa industrial mensal pessoa física – PIM-PF 2020**. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=7228>. Acesso em: 04 abr. 2021.

INSTITUTO DA CERVEJA. **Lúpulo**. 2017. Disponível em: <https://www.institutodacerveja.com.br/>. Acesso em: 19 abr. 2021.

INSTITUTO I&D CERVEJA. **Beer learning: education, research and development**. 2020. Disponível em: <https://beer-learning.com/2020/09/16/lupulo-numeros-da-producao-mundial-2020-e-efeitos-covid-19/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

ITALIAN FOOD. **Saiba tudo sobre malte**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://revistaitalianfood.com.br/noticias/todos/saiba-tudo-sobre-malte>. Acesso em: 17 dez. 2020.

JACKSON, M. **Cerveja: guia ilustrado zahar**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

KIRIN BEER UNIVERSITY REPORT. Global beer production by country in 2019. **Kirin holdings**. 2020. Disponível em: <https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2020/index.html>. Acesso em: 28 mar. 2021.

KÖB, E. Como a cerveja se tornou bebida brasileira: a história da indústria da cerveja no Brasil desde o início até 1930. **Revista do instituto histórico e geográfico brasileiro**, Rio de Janeiro, v. 161, p. 29-58, 2000.

KOMAR, A.P. **Você já ouviu falar em IBU?** 2017. Disponível em: <https://www.clubedomalte.com.br/blog/curiosidades/voce-ja-ouviu-falar-em-ibu/>. Acesso em: 21 mar. 2021.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. Berlin: VLB Berlin, 2004.

LAMAS BREW SHOP. **Fundo falso**. Campinas, 2019. Disponível em: <https://www.lamasbrewshop.com.br/fundo-falso-lamas.html>. Acesso em: 22 abr. 2021.

LAW, D.; GRIMES, B. **Cerveja artesanal: técnicas e receitas para produzir em casa**. São Paulo: Editora Publifolha, 2015.

LEMOS, A. Bebida fica mais cara em 2021, e lata ganha espaço para aliviar preço. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 31 dez. 2020. Mercado. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/12/bebida-fica-mais-cara-em-2021-e-lata-ganha-espaco-para-aliviar-preco.shtml>. Acesso em: 4 jan. 2020.

LOC SOLUTION. **A safra da cevada em 2020 e as novas tendências**. Curitiba, 7 dez. 2020. Disponível em: <https://motomco.com.br/site/2020/12/07/a-safra-da-cevada-em-2020-e-as-novas-tendencias/>. Acesso em: 7 abr. 2021.

LOUIS, E. J; MAGALHÃES, F.; SAMPAIO, J. P. New yeasts – new brews: modern approaches to brewing yeast design and development. **FEMS Yeast Research**, Espoo, v. 17, n. 4, 2017.

MALLET, J. **Malt**: a practical guide for field to brewhouse. Boulder: Brewers Publication, 2014.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da cerveja no Brasil 2019**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2019#:~:text=Em%202019%20atingiu%2Dse%20a,registros%20de%20produto%20por%20cervejaria>. Acesso em: 6 nov. 2020.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da cerveja no Brasil 2020**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil>. Acesso em: 05 mai. 2021.

MCGOVERN, P.E; ZHANG, J.; TANG, J.; ZHANG, Z.; HALL, G.R.; MOREAU, R.A.; CHENG, G. Fermented beverages of pre-and proto-historic China. **Proceedings of the national academy of sciences**, Cambridge, v. 101, n. 51, p. 17593-17598, 2004.

MEUSSDOERFFER, F. G. **A comprehensive history of beer brewing**. Handbook of brewing: processes, technology, markets, p. 1-42, 2009.

MINTEL. **Global market research & market insight**. London, 2019. Disponível em: <https://www.mintel.com/>. Acesso em: 6 abr. 2021.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**: a história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo. São Paulo: Alaúde, 2017.

MOSHER, R. **Radical brewing**: recipes, tales and world-altering meditations in a glass. Boulder: Brewers Publications, 2004.

MOUSIA, Z.; BALKIN, R. C.; PANDIELLA, S. S.; WEBB, C. The effect of milling parameters on starch hydrolysis of milled malt in the brewing process. **Process biochemistry**, v. 39, n. 12, p. 2213–2219, 2004. DOI: 10.1016/j.procbio.2003.11.015.

NACHEL, M.; ETTLINGER, S. **Cerveja para leigos**. Rio de Janeiro: Alta books editora, 2018.

NARDINI, M.; GARAGUSO, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. **Food chemistry**, v. 305, p. 125437, 2020.

NELSON, M. **The barbarian's beverage**: a history of beer in ancient Europe. London: Routledge, 2005.

NOGUEIRA, M. **Cerveja sem fronteiras**: conheça as características das geladas de cada país. Super Interessante – Grupo Abril. 2020. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/cerveja-sem-fronteiras/>. Acesso em: 24 mai. 2021.

NOTHAFT, A. Brazil's Craft Brewing Scene. **The new brew international**, Boulder, v.2, n.2, p.10- 15, 1998.

NUCBEER – NÚCLEO DE ESTUDOS EM CERVEJA ARTESANAL. **Produções**. 2021. Fotografias. Disponível em: <https://www.instagram.com/nucbeer/>. Acesso em: 29 abr. 2021.
OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciências e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006.

OLIVER, G.; COLICCHIO, T. **The oxford companion to beer**. New York: Oxford University Press, 2011.

OVERTURE CERVEJARIA. **Os ingredientes: o malte**. Sorocaba, 2016. Disponível em: <https://www.overturecervejaria.com.br/br/ingredientes/139-o-malte.html>. Acesso em: 8 dez. 2020.

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

PALMER, J.; KAMINSKI, C. **Water: a comprehensive guide for brewers**. Boulder: Brewers Publications, 2013.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1985.

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of brewing**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC, 2006.

RANDY, F. **How to make beer like a pro: complete guide to home brewing even in small spaces**. [S. l.]: Ubiquitous Publishing, 2013.

REINOLD, M. R. **Manual prático de cervejaria**. São Paulo: Aden, 1997.

RODRIGUES, M. A.; MORAIS, J. S.; CASTRO, J. P. M. de. **O lúpulo: cultivares e extrato**. Jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio. Livro de atas. 1. ed. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, v. 2, 2015.

SANTOS, M., S. dos.; RIBEIRO, F. de M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. Disponível em: https://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf. Acesso em: 23 dez. 2020.

SANTOS, S. P. **Os primórdios da cerveja no Brasil**. 2. ed. Cotia: Ateliê editorial, 2004.

SCIENCE OF BEER. **Da cevada ao malte: conheça a importância do processo de malteação na fabricação de cerveja**. 2020. Disponível em: <https://www.scienceofbeer.com.br/br/artigo/da-cevada-ao-malte-conheca-a-importancia-do-processo-de-malteacao-na-fabricacao-de-cerveja>. Acesso em: 17 dez. 2020.

SINDICERV - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **História da cerveja**. Brasília, 2020. Disponível em <https://www.sindicerv.com.br/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

SIS – SISTEMA DE INTELIGÊNCIA SETORIAL – SEBRAE/SC. **O mercado de cervejas artesanais**: no Brasil e em Santa Catarina. Cenários 2018-2020. Disponível em: <https://www.simmmebnegocios.com.br/images/simmmebnegocios.com.br/noticias/OMercadoDeCervejasArtesanais.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021.

SLEIMAN, M; VENTURINI FILHO, W. G.; DUCATTI, C.; NOJIMOTO, T. Determinação do percentual de malte e adjuntos em cervejas comerciais brasileiras através de análise isotópica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n.1, p.163-172, 2010.

SPITAEELS, F.; WIEME, A. D.; JANSSENS, M.; AERTS, M.; DANIEL, H-M.; LANDSCHOOT, A. V.; VUYST, L. D; VANDAMME, P. The microbial diversity of traditional spontaneously fermented lambic beer. **PLoS ONE**, v. 9, n. 4, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0095384.

STACK, M. **A concise history of america's brewing industry**. Disponível em: <https://eh.net/encyclopedia/a-concise-history-of-americas-brewing-industry/>, 2003. Acesso em: 21 nov. 2020.

STEWART, G. G. A Brewer's Delight. **Chemistry and industry**, London, n. 21, p. 706-709, 2000.

STONE, M. A.; MCCALL, J. B. **International strategic marketing**: a european perspective. Abingdon: Psychology press, 2004.

TRES JOTAS BEER CLUBE. **Calculadora de IBUS**. 2020. Disponível em: <https://tresjotasbeerclub.com/calculadora-de-ibus/>. Acesso em: 27 mai. 2021.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias**: a história, a arte e a tecnologia. São Paulo: Aden, 2001.

UNGER, R. W. **Beer in the middle ages and the renaissance**. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2004.

USDA – United States Department of Agriculture. **World agricultural production**. 2021. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>. Acesso em: 04 mai. 2021.

VALOR ECONÔMICO. **Ambev põe inteligência artificial em 5 fábricas**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2018/09/03/ambev-poe-inteligencia-artificial-em-5-fabricas.ghtml>. Acesso em: 5 abr. 2021.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas**: ciência e tecnologia. 1. ed. digital. São Paulo: Blucher, 2018.

VIANA, F., L., E. **Indústria de bebidas alcoólicas**. Caderno setorial ETENE/BNB, n. 117, jun. 2020.

WANNENMACHER, J.; GASTL, M.; BECKER, T. Phenolic substances in beer: Structural diversity, reactive potential and relevance for brewing process and beer quality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 4, p. 953-988, 2018.

WE CONSULTORIA. **Como fazer cerveja**: matéria-prima. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://loja.weconsultoria.com.br/>. Acesso em: 28 dez. 2020.

WHITE, C.; ZAINASHEFF, J. **Yeast**: The practical guide to beer fermentation. Boulder: Brewers Publications, 2010.

WILLAERT, R.; NEDOVIC, V.A. Primary beer fermentation by immobilised yeast—a review on flavour formation and control strategies. **Journal of chemical technology and biotechnology**, v. 81, n. 8, p. 1353-1367, 2006.

WORLD DRINKS AWARDS. **World Beer Awards**: Celebrating the world's best beers. Norwich, 2021. Disponível em: [http:// http://www.worldbeerawards.com/](http://http://www.worldbeerawards.com/). Acesso em: 10 jan. 2021.

WORLD OF BEERS. **Cervejas nacionais e importadas**. Disponível em: <https://www.worldofbeers.com.br/>. Acesso em: 04 mai.2021.

XU, P. Beer. **Journal of agricultural and food information**, Lansing, v. 8, p.11-23, 2007.