



MAPEAMENTO DAS TENDÊNCIAS NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL BRASILEIRA

Matheus Melo Mizrahi

Monografia em Engenharia Química

Orientadores:

Prof. Bernardo Dias Ribeiro, D.Sc.

Diego Queiroz Faria de Menezes

Julho de 2020

MAPEAMENTO DAS TENDÊNCIAS NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL BRASILEIRA

Matheus Melo Mizrahi

Monografia em Engenharia Química submetida ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel.

Aprovado por:

Ailton Cesar Lemes, D.Sc.

Luiza do Lago Linhares

Orientado por:

Prof. Dr. Bernardo Dias Ribeiro, D.Sc.

Diego Queiroz Faria de Menezes

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Julho de 2020

MIZRAHI, Matheus Melo

Mapeamento das tendências na produção de cerveja artesanal brasileira/Matheus Melo Mizrahi. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2020.

vii, 89 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2020

Orientadores: Bernardo Dias Ribeiro e Diego Queiroz Faria de Menezes

1. Cerveja. 2. Escola 3. Tendência. 4. Monografia. (Graduação – UFRJ/EQ).
5. Bernardo Dias Ribeiro e Diego Queiroz Faria de Menezes I. Título

“A boca de um homem feliz é cheia de cerveja” – Inscrição datada de 2.200 a.C.
encontrada no Templo de Hátor, em Dendera, Egito (Morado, 2017).

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelos anos de conhecimento que foram me passando todos os dias

Ao meu irmão, pelo companheirismo em diversos momentos

Aos meus orientadores, pela paciência e ensinamentos ao longo do projeto

Aos meus professores, por todo o aprendizado

Aos meus familiares e amigos, por toda a compreensão e liberdade para eu poder me dedicar a esse projeto

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

MAPEAMENTO DAS TENDÊNCIAS DE PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL BRASILEIRA

Matheus Melo Mizrahi

Julho, 2020

Orientadores: Prof. Bernardo Dias Ribeiro, D.Sc.

Diego Queiroz Faria de Menezes

A cerveja é uma bebida proveniente da fermentação alcoólica de grãos maltados, lúpulo e água. Possui história milenar e amplamente difundida no mundo. Com isso, diversos países possuem suas tradições, costumes e maneiras de produzir essa popular bebida. Este trabalho tem como objetivo mapear as tendências de produção tipicamente brasileiras e caracterizar o atual mercado de cerveja artesanal. Será exposto um pouco da história da cerveja no Brasil, o que ajuda a entender importância da bebida na nossa cultura. Com isso, será discutido o conceito de Escola de Cerveja e também quais a cultura e as tendências de produção das regiões que possuem tal título, quais são as Escolas Germânica, Britânica, Belga e Americana. Ainda um estudo sobre o mercado de cerveja no Brasil e no mundo. Será introduzido também as tendências de produção de cerveja no Brasil e um breve resumo sobre a Catharina Sour, o primeiro e único estilo oficial brasileiro de cerveja. Mais adiante, será abordado o processo produtivo em si. Alguns detalhes de cada etapa, desde a mosturação dos grãos até a bebida pronta para o consumo, trazendo detalhes e comparações de como cada etapa é realizada na produção industrial e na produção caseira. Ao final serão mostrados alguns insumos que hoje já são adicionados a cerveja, seus efeitos e sua aceitação de mercado.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. Motivação	4
1.3. Objetivo	4
1.4. Estrutura.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. História da cerveja artesanal no Brasil	5
2.2. Matérias-primas básicas.....	7
2.2.1. Malte.....	7
2.2.2. Lúpulo	11
2.2.3. Água	14
2.2.4. Levedura.....	17
2.2.5. Adjuntos	17
2.3. Escolas de Cerveja	18
2.3.1 Escola Britânica.....	19
2.3.2 Escola Belga.....	21
2.3.3 Escola Germânica.....	24
2.3.4 Escola Norte-Americana	27
2.4. Mercado	29
3. TENDÊNCIAS DA CERVEJA ARTESANAL BRASILEIRA	35
3.1. Catharina Sour	37
4. PRODUÇÃO DA CERVEJA.....	38
4.1. Produção do mosto.....	38
4.1.1. Moagem.....	38
4.1.2. Mosturação ou brassagem	40
4.1.3. Filtração e Recirculação	44
4.1.3. Fervura	47

4.1.4. Resfriamento	50
4.2. Processo fermentativo	52
4.2.1. Aeração.....	52
4.2.2. Fermentação	54
4.2.3. Maturação.....	58
4.3. Pós-processamento ou acabamento	60
4.3.1. Clarificação	60
4.3.2. Estabilização.....	61
4.3.3. Carbonatação e Envase.....	63
5. ANÁLISE DE INSUMOS	65
5.1. Mandioca	66
5.2. Rapadura	67
5.3. Jaboticaba.....	68
5.4. Maracujá	69
5.5. Cacau	70
5.6. Cajá	71
5.7. Umbu	72
5.8. Outros.....	73
5.8.1. Caju	73
5.8.2. Erva-Mate.....	74
5.8.3. Pimenta Rosa.....	75
5.8.4. Guaraná	76
5.8.5. Pinhão.....	76
6. CONCLUSÃO.....	77
7. REFERÊNCIAS	78

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A cerveja é uma bebida apreciada por diversos povos e culturas no mundo já há muitos anos. Cerca de 9.000 a.C, quando o ser humano deixou de ser nômade e iniciou as práticas de agricultura (Mazoyer & Roudart, 2009), foi para o cultivo de espécies de cevada e trigo com o intuito de fazer cerveja e não pão, como alguns livros de história contam (Morado, 2017). Por volta de 6.000 a.C, já havia processos de produção de uma bebida fermentada a base de trigo e cevada onde hoje é o Oriente Médio (Bamforth, 2008).

A cerveja primitiva era fabricada com a cevada e o trigo que eram umedecidos e depois secos para que os grãos ficassem amolecidos, o que facilitava a produção de farinha. A esses grãos moídos era adicionado água, para formar um líquido doce. Por não se conhecer os micro-organismos na época e nem o processo da fermentação, acreditava-se que uma “magia” ocorria naquele líquido e assim, ele ficava alcoólico e com gás. Por conta dessa aura mística da fermentação selvagem desconhecida, a cerveja se tornou bebida de deuses em diversas culturas (Oliver, 2012; Morado, 2017).

O primeiro registro de uma receita de cerveja foi descoberto na região da Babilônia em tabuletas de argila por volta de 4.300 a.C. (Figura 1). Nela havia detalhes sobre uma receita de uma bebida alcoólica feita de grãos que era usado também como oferenda aos deuses (Hampson, 2014). Diferente do que se pensa, a primeira lei sobre cerveja não é a famosa Lei de Pureza da Baviera em 1516, e sim a que está no Código de Hamurabi de 1.750 a.C. Entre as normas previa-se a morte por afogamento à pessoa que servisse uma cerveja ruim (Santos, 2004; Morado, 2017).

Figura 1 - A peça suméria conhecida como Monumento Blau (4000 a.C.), mostra a cerveja sendo oferecida à Deusa Nin-Harra.



Fonte: OPA BIER (2015)

Já na civilização egípcia, a cerveja era produzida em larga escala. O faraó Ramsés II tinha cervejarias capazes de produzir 5 milhões de litros por ano. Cerca de 40% dos armazéns de cereais do Egito Antigo era destinado à cevada, com a finalidade de produzir cerveja. A cerveja produzida tinha grande importância econômica, inclusive era usada como pagamento de trabalhadores das pirâmides. Eles recebiam três doses da bebida por dia. Além disso, as cervejas eram usadas em diversos rituais de cura, cultos aos deuses, onde acreditavam-se que os deuses Ísis e Osíris criaram a cerveja (Oliver, 2012).

A partir daí a cerveja se espalhou no mundo e foi se tornando popular e influente perante a sociedade e, muitas vezes, para a religião também. Os gregos e romanos rejeitavam a bebida, pois tinham o vinho como bebida nobre e a cerveja ficava para os pobres e bárbaros. Cristãos e judeus também rejeitavam a bebida devido ao culto que recebia no Egito e ela lembrava do êxodo judaico. Entretanto, a cerveja ganhou espaço com o tempo devido as matérias-primas serem mais resistentes que a uva (Morado, 2017).

Outra importante expansão que a cerveja realizou foi para o Império Celta, onde se popularizou e criou raízes. A influência da Cultura Celta na cerveja foi tão grande que foi graças a ela que veio o próprio nome de cerveja. Eles produziam uma bebida alcoólica fermentada a base de cevada e aromatizada com mel. Essa bebida se chamava *cerevisia*, em homenagem a deusa da colheita e da fertilidade Ceres (Morado, 2017).

Na Idade Média, as cervejas eram fabricadas em casa pelas mulheres que ficavam em casa, cuidando dos filhos, cozinhando e fazendo cerveja. Isso lhes dava um grande poder, até mesmo, independência financeira já que as tabernas eram administradas pelas mesmas mulheres que produziam cerveja. Inclusive, por um certo receio da ascensão do sexo oposto, os homens, que faziam as leis, criaram algumas leis que limitavam não só o

preço de venda, como também, a quantidade de matéria prima que poderiam comprar (Oliver, 2012).

Em 1516, na Baviera, foi criada a lei mais famosa de cerveja do mundo, a *Reinheitsgebot*, ou Lei de Pureza. Na época, havia muitas produções espalhadas. Com isso, a qualidade da cerveja variava muito, além das adulterações e trapagens que ocorriam. A Lei de Pureza foi decretada pelo duque Guilherme IV e restringia os ingredientes somente a água, malte e lúpulo (ainda não se conhecia a existência dos micro-organismos, acreditava que a fermentação era algo mágico) (Oliver, 2012)

Com as grandes navegações e os peregrinos americanos, a cerveja chega nas Américas (Oliver, 2012). Então, ela começou a se adaptar a cada região e receber novas versões, como a cerveja de milho criada em 1587 nos EUA.

Na Europa, para combater um novo estilo vindo de Viena, uma cervejaria de Pilsen contrata um cervejeiro da Baviera para desenvolver um novo estilo. Utilizando fermentação mais fria e produzindo uma cerveja dourada e clara – o que era novidade na Boemia (atual República Tcheca) que produzia cerveja marrom –, desse modo foi criado o estilo Pilsner (Jackson, 2007). A importância foi tanto que em 1876 Louis Pasteur publicou *Études sur la bière* (do francês, Estudo da cerveja), que pela primeira vez a fermentação foi descrita cientificamente. Assim, o empirismo que havia anteriormente foi deixado de lado (Hampson, 2014).

Com as duas Grandes Guerras, houve uma queda muito grande na mão-de-obra e restrições de matéria-prima. Isso causou uma enorme queda no número de cervejarias. Por exemplo, no Reino Unido havia 6.447 cervejarias em 1900, depois passaram para 885 em 1939 e 358 em 1960. Assim, o mercado ficou concentrado em um pequeno grupo de cervejarias, causando o baixo ambiente competitivo entre elas e, conseqüentemente, favorecendo o desenvolvimento das grandes cervejarias de hoje, como Heineken, ABInbev, Carlsberg, Guinness e entre outras (Morado, 2017).

Com essas grandes empresas dominando o mercado, os preços eram facilmente ditados por elas. Então, dois movimentos vieram contra a cartelização das cervejarias: a CAMRA (*Campaign for Real Ale*), iniciada em 1971 no Reino Unido; e a *Craftbeer* americana, iniciada em 1976 (Hampson, 2014). Com isso, com esses movimentos diversas cervejarias começaram a surgir nesse tempo e, conseqüentemente, o número de micro cervejarias começou a crescer e das grandes cervejarias a diminuir. Como exemplo

de sucesso desses movimentos, nos EUA em 1965 havia somente uma micro cervejaria e 182 cervejarias regionais e nacionais. Porém, em 2000 já havia 1.509 micro cervejarias e apenas 29 cervejarias regionais e artesanais (Morado, 2017).

1.2. Motivação

Com o grande crescimento atual e dispersão da cultura da cerveja artesanal no Brasil, muito se tem falado das escolas cervejeiras de fora do país e dos seus respectivos estilos. Essa importação de conhecimento trouxe consigo toda a cultura de consumo de cerveja do exterior. Entretanto, cada vez mais os brasileiros estão adaptando receitas e estilos, trazendo nossos sabores e aromas e reconstruindo estilos seculares.

Com toda essa reconstrução nacional da cerveja, pouco se tem estudado sobre os estilos e as adaptações produzidas pelos brasileiros. Produções essas que se destacaram e receberam prêmios em concursos internacionais, promovendo o setor de cerveja artesanal crescer mesmo quando o país passava por crise econômica. Isso não apenas aumentou o número de empresas, mas também diversificou o modo como se organizavam as novas cervejarias artesanais.

1.3. Objetivo

Estudar matérias-primas tradicionais usadas para a produção de cerveja, bem como o processo produtivo. Diante disso, aprofundar sobre os estilos de cerveja consumidos no mundo e os padrões de produção e consumo da cerveja nas regiões onde essa bebida é tão marcante e introduzir o conceito de Escola de Cerveja, analisar os critérios de definição e discutir sobre as escolas nas regiões analisadas. Após esses conceitos, ver o caso do Brasil, onde a cerveja se encaixa na cultura, na história, em padrões sociais e o mercado de cervejas artesanais. Caracterizar as tendências de produção artesanal no Brasil e como essas tendências indicam uma possível Escola de Cerveja no Brasil.

1.4. Estrutura

O tópico 2 faz um levantamento histórico da cerveja no Brasil, também aponta as principais matérias-primas usadas e expõe as principais escolas cervejeiras no mundo. O tópico 3 analisa as tendências de produção da cerveja artesanal brasileira e desenha o estilo brasileiro de cerveja. O tópico 4 explica sobre os aspectos da produção de cerveja, tanto caseira quanto industrial e cria uma receita tipicamente brasileira. O tópico 5 trata dos resultados de uma análise sensorial sobre o estilo em questão e discute a distinção deste estilo dentre os demais existentes. O tópico 6 conclui o trabalho analisando a possibilidade da existência de um novo estilo brasileiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. História da cerveja artesanal no Brasil

As primeiras cervejas que vieram para o Brasil foram pela Companhia das Índias Orientais, no século XVII. Devido a invasão holandesa no Recife, eles importavam e até chegaram a instalar uma cervejaria. Contudo, com a expulsão dos holandeses, a bebida caiu no esquecimento, pois as classes mais altas bebiam o vinho português e o licor francês, enquanto as classes mais baixas bebiam a cachaça (Morado, 2017).

Apesar da pouca popularidade, havia alguns contrabandos da bebida no Rio de Janeiro e no Recife, pois os portos encontravam-se fechados naquela época (Santos, 2004). Com a vinda da Família Real Portuguesa ao Brasil e a abertura dos portos em 1808, muitos comerciantes, principalmente ingleses, aproveitaram o bom relacionamento com Portugal e se instalaram no Brasil para importar as cervejas inglesas (Morado, 2017). Inclusive, o próprio Dom João VI era um grande apreciador de cerveja e trouxe ao Brasil grandes quantidades da bebida (Oliveira & Drumond, 2014).

A grande quantidade de imigrantes da época trazia consigo também seus costumes, a cerveja era um deles. Assim, no Sul e Sudeste começaram a aparecer cervejarias artesanais de pequeno porte, com o intuito principalmente de atender o consumo próprio

(Oliveira & Drumond, 2014). O primeiro registro de uma produção de cerveja no Brasil após abertura dos portos foi em 1836, no Rio de Janeiro, o qual era um anúncio de uma cerveja. Uma curiosidade é que nos anos de 1860, como o controle de carbonatação era mínimo, as garrafas, que eram fechadas com rolha, recebiam um barbante para que a rolha não saísse voando (o mesmo era feito nos espumantes europeus), assim surgiu a expressão “marca barbante” ou “cerveja barbante” (Santos, 2004).

No final do século XIX, o Brasil tinha apenas uma produção de cerveja artesanal, por isso muito se importava da Inglaterra, onde se incidiam altos impostos (Santos, 2004). Apesar de crescente o número de cervejarias no país, havia muita dificuldade para a produção. Portanto, além da dificuldade de refrigeração para a fermentação, a matéria prima importada da Alemanha era escassa e o malte foi substituído em larga escala com a inclusão do arroz, milho, trigo, entre outros cereais não maltados (essa prática foi realizada em todo o mundo, não apenas no Brasil) (Morado, 2017).

O século XIX foi marcado pelo crescimento de cervejarias no país, sabe-se de diversas cervejarias nos estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo, mas as produções eram pequenas e pouco se há registro. As vendas muitas vezes eram direcionadas para amigos e outros comerciantes pequenos, não sendo comercializada em bares, mas dentro das próprias cervejarias (Oliveira & Drumond, 2014).

No início do século XX, a grande vinda de imigrantes e a industrialização ajudaram a impulsionar a produção de cerveja no Brasil. Contudo, com as duas Grandes Guerras, as matérias-primas importadas passaram a ser de difícil aquisição, principalmente o lúpulo, gerando enorme queda na produção de cerveja (Morado, 2017).

Na segunda metade do século XX, diversas cervejarias surgem e começam a modificar o estilo de cerveja produzida, tornando-a mais refrescante. Assim, houve um crescimento muito grande no consumo e na sua popularização. Nos anos 80 e 90, as cervejarias começaram a crescer e produziram as maiores quantidades de cerveja até a época. O ambiente de boteco é renovado e o consumo feminino começa a aparecer mais significativamente (Morado, 2017).

No final dos anos 90, ocorre uma nova “revolução cervejeira”, com novas cervejarias que entram com o conceito de produzir uma cerveja de maior qualidade (Morado, 2017). Assim, micro cervejarias foram espalhadas por todo o país. Junto com esse movimento surgem as ACervAs (Associação de Cervejeiros Artesanais),

inicialmente no Rio de Janeiro, que reúnem pessoas que produzem e recriam estilo de cerveja em casa usando a criatividade e os insumos disponíveis para modificar receitas (Oliveira & Drumond, 2014).

2.2. Matérias-primas básicas

Apesar de serem usadas, diversas matérias-primas para a produção da cerveja, tais como frutas, ervas, raízes, bactérias e cereais não maltados. O malte (de cevada), lúpulo, água e levedura são ingredientes ditos como básicos, pois estão presentes em quase todos os estilos, e muitos estilos ainda, possuem somente eles.

2.2.1. Malte

Malte, como é popularmente conhecido, é o grão da cevada que passa pelo processo de maltagem, onde o grão é germinado para produção de enzimas. Muitos dizem ser o principal ingrediente e até a alma da cerveja (Fix, 1999). Apesar de apresentar diversos tipos de malte de cevada, eles começam com o mesmo grão (Daniels, 2000).

Segundo Newman & Newman (2008) a cevada era usada no começo da civilização para alimentação e produção de bebidas alcólicas fermentadas. Porém com o crescimento do cultivo de outros grãos, como trigo, centeio e aveia, a cevada começou a ser usada apenas para os menos afortunados.

Um campo de cevada (*Hordeum vulgare*) é bem semelhante a um campo de trigo. Gramínea alta e amarelada com espiga no topo de uma haste fina. Entretanto, a cevada possui uma casca mais dura, menos proteínas e mais amido. Essas características fazem com que a cevada seja muito bem empregada na fabricação da cerveja (Oliver, 2012).

Após colhida, a cevada passa pelo processo de lavagem e análise para saber se está apta para ser comercializada, ou mesmo, para passar pelo processo de maltagem ou malteação, sendo considerada características como, tamanho padrão dos grãos, capacidade de germinar, níveis de proteína aceitáveis, cascas intactas e ausência de pragas. A lavagem serve para remover pequenas pedras, outras sementes, terra, poeira e

outros contaminantes. Os grãos, então, são classificados por tamanho. Após essa etapa inicial, inicia-se o processo de maltagem que consiste em três etapas:

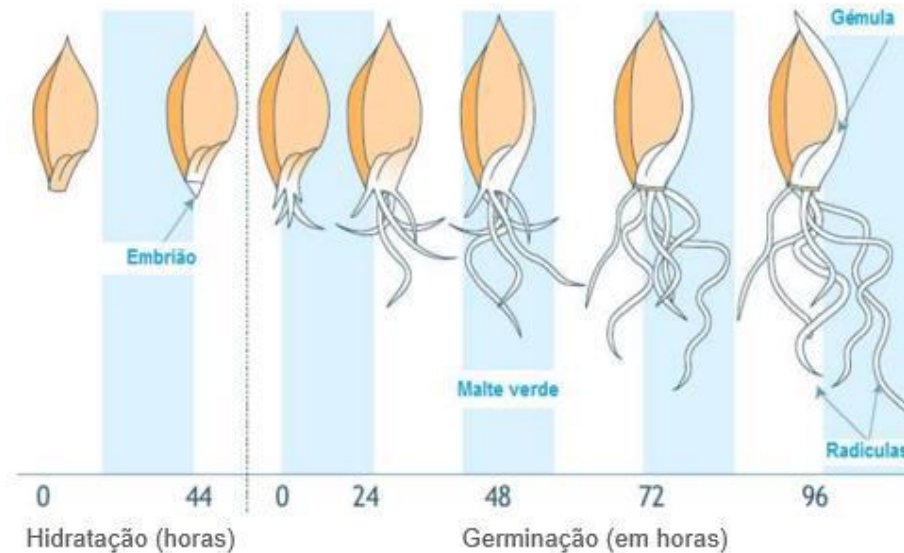
- Hidratação ou maceração;
- Germinação;
- Secagem.

Inicialmente, a cevada chega à casa de maltagem com umidade cerca de 12%, o processo de hidratação eleva a umidade da cevada entre 43% e 48%. Essa etapa pode fazer com que o grão cresça até 40% de seu volume com a absorção de água. Ao misturar os grãos com a água é possível remover pequenas partículas que não saíram no processo de lavagem, pois os mesmos flutuam. O processo de misturar a os grãos a água e remover essa água pode se repetir duas ou três vezes, isso garante que diversas impurezas serão retiradas dos grãos. Outro importante ponto é a aeração nesse processo, ao umidificar o grão seu metabolismo se acelera e as células realizam a respiram celular, por isso é importante durante a secagem o contato do grão com o ar, assim as células captam o oxigênio, já durante a hidratação é injetado ar comprimido na parte de baixo do tanque para oxigenar a água para respiração celular e auxiliar o carreamento do dióxido de carbono produzido nessa etapa. Uma etapa de hidratação pode chegar a 40 horas de duração, considerando uma hidratação onde é realizado três ciclos de imersão e secagem: 9 horas de imersão, 9 horas de secagem, 6 horas de imersão, 6 horas de secagem, 5 horas de imersão e 5 horas de secagem (Mallet, 2014).

A segunda etapa, a germinação, geralmente é feita em tambores cilíndricos ou retangulares onde a profundidade máxima do malte varia entre 1,40 e 1,52 metros para tambores mais modernos. Com ventilação mecânica constante com vapor d'água para garantir aeração e umidade necessária para o metabolismo do grão, o ar e a água usados passam por um controle de temperatura para que não aqueçam ou resfriem demais os grãos. Com o tempo, o grão vai quebrando as proteínas por enzimas produzidas pela casca para a produção de uma matriz de hidrocarbonetos complexa, dentre os compostos produzidos encontram-se algumas enzimas que possuem papel fundamental na produção da cerveja. Por conta desse processo, uma radícula se forma no grão e cresce com o passar do tempo. Para evitar que elas obstruam a passagem do ar, o tambor gira para mexer os grãos e garantir uma boa aeração e hidratação a todos os grãos (Mallet, 2014). A temperatura é mantida entre 15 a 21 °C, esse dura até as radículas atingirem cerca de dois

terços do comprimento do grão (duração de 3 a 5 dias, variando de acordo com o equipamento). Nesse ponto, tem-se o “malte verde” (Aquarone, *et al.*, 2008). Na Figura 2, é possível ver o desenvolvimento do grão durante as etapas de hidratação e germinação.

Figura 2 – Evolução do grão de cevada durante a malteação



Fonte: FERNANDES, M. S. S. (2014)

A terceira e última etapa do processo de malteação é a secagem. Esse processo é relativamente simples, se comparados ao anteriores. Um ar seco e quente passa pelos grãos retirando a umidade, fazendo com que ela fique em torno de 4% e, portanto, interrompendo seu processo de crescimento. O tempo e a temperatura que o ar passa pelos grãos pode mudar a característica do malte final. Por exemplo, usar temperaturas mais baixas por longo tempo tem-se o malte mais claro, já usando temperaturas mais altas e em menor tempo, tem-se os maltes mais torrados. Além da cor, o aroma e o sabor também mudam (Kunze, 2004). Na Tabela 1, é possível ver o exemplo dos intervalos de tempo, temperatura, umidade e ventilação para o malte pilsen. Após esse processo de secagem, o malte passa por uma clivagem para remover as radículas dos grãos, pois somente o grão é comercializado.

Tabela 1 - Rampas de temperatura, umidade e ventilação para secagem do malte pilsen

Tempo em horas	Temperatura medida no malte em °C			Umidade em %			Ventilação
	Maior que	Ideal	Menor que	Maior que	Ideal	Menor que	
1 a 3	20	28	37	41	39	33	Potência Máxima
4 a 7	35	45	52	35	30	17	Potência Máxima
8 a 11	55	59	62	19	16	8	Potência Máxima
12 a 15	71	73	78	7	6	6	75% de Potencia
16 a 19	79	82	85	6	4,5	4,5	50% de Potência
20 a 22	84	85	86	4	4	4	50% de Potência

Fonte: KUNZE, Wolfgang (2004, tradução)

O malte de cevada, ao final, possui alta concentração de enzimas se comparados ao grão não maltado. Outro fator é que apesar da alta quantidade de enzimas, a maioria dos açúcares e proteínas não foram quebrados. Por isso, é importante o ponto de parada da germinação no tempo certo. No processo de secagem, o uso de rampas de baixa temperatura ajudam a manter intacta as enzimas no interior do grão, por isso a taxa de enzimas em grãos maltados é bem maior (Aquarone, *et al.*, 2008). A Figura 3 ilustra a paleta de cores que se pode atingir durante o processo de malteação. Essa variação pode ser atingida alterando os parâmetros na etapa de secagem, além da coloração, essas variações de malte também possuem sabores e aromas diferentes. A Tabela 2 mostra a composição média do grão de cevada maltado comparado ao grão antes do processo.

Figura 3 - Variação de malte de cevada



Fonte: DIELERCHE (2012)

Tabela 2 - Composição Média da Cevada e da Cevada Maltada

	Cevada	Cevada Maltada
Massa do grão, 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_{solúvel} / N_{total}, %	10 – 12	35 – 50
Poder diastático, ° Lintner	50 – 60	100 – 250
α amilase, DU	traços	30 – 60

Fonte: AQUARONE, Eugênio *et al.* (2008)

2.2.2. Lúpulo

O uso do lúpulo na cerveja se dá por diversos motivos, ele influencia no aroma, gosto, espuma, estabilidade do sabor e possui ação antibacteriana. O lúpulo mais comum é o *Humulus lupulus*, porém apesar de ser uma espécie somente, há uma grande variedade de lúpulos que diferem entre si pela quantidade e qualidade das substâncias que ele possui (Hieronymus, 2012).

O lúpulo (Figura 4) é o cone da flor feminina da planta, que contém 150 vezes mais substâncias desejadas que o cone da flor masculina (Morado, 2017). Dentre as substâncias presentes no lúpulo, destaca-se três que possuem importância na produção da cerveja: α-ácidos, β-ácidos e óleos essenciais (Hieronymus, 2012).

Por ser uma planta que cresce em regiões de clima temperado, o consumo da flor fresca é algo difícil, pois ela não é muito resistente. Esse consumo só é possível para cervejarias que ficam próximas aos campos de lúpulos. Por isso, outras maneiras de adquirir lúpulo são: flor desidratada, que permite maior resistência; pellet, que é a flor desidratada, prensada e embalada a vácuo (Morado, 2017). Outra forma o extrato de lúpulo, apesar de ser mais caro se comparado às outras formas de uso do lúpulo, apresenta vantagens como menor custo de estocagem, mais uniformidade e estabilidade, mais fácil

utilização e reduz perdas do mosto (Hieronymus, 2012). É possível ver a flor do lúpulo e a mesma em formato de pellet na Figura 4.

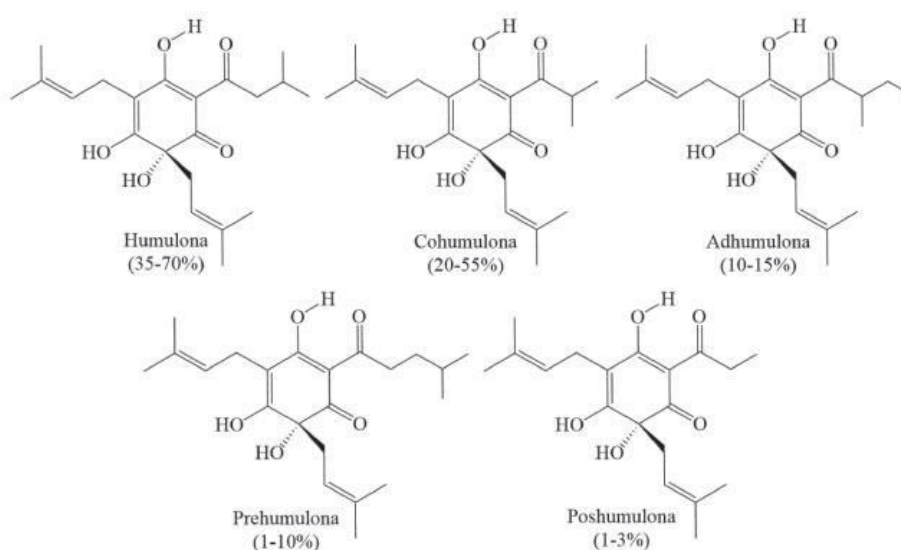
Figura 4 - À esquerda o pellet de lúpulo e à direita a flor de lúpulo



Fonte: BETAEQ (2019)

Os α -ácidos (principais espécies: humulona, cohumulona, adhumulona, prehumulona e poshumulona) não são solúveis em água e nem apresentam amargor – que confere sua principal característica e propósito. Porém, o processo de isomerização dos α -ácidos é ativado com o calor durante a fervura, formando isômeros (cis e trans) altamente solúveis e amargos. Além disso, os α -ácidos estabilizam a espuma e inibem o crescimento de bactérias na cerveja (Hieronymus, 2012). Suas principais espécies de ácidos podem ser vistas na Figura 5.

Figura 5 - Principais espécies de α -ácidos e suas proporções

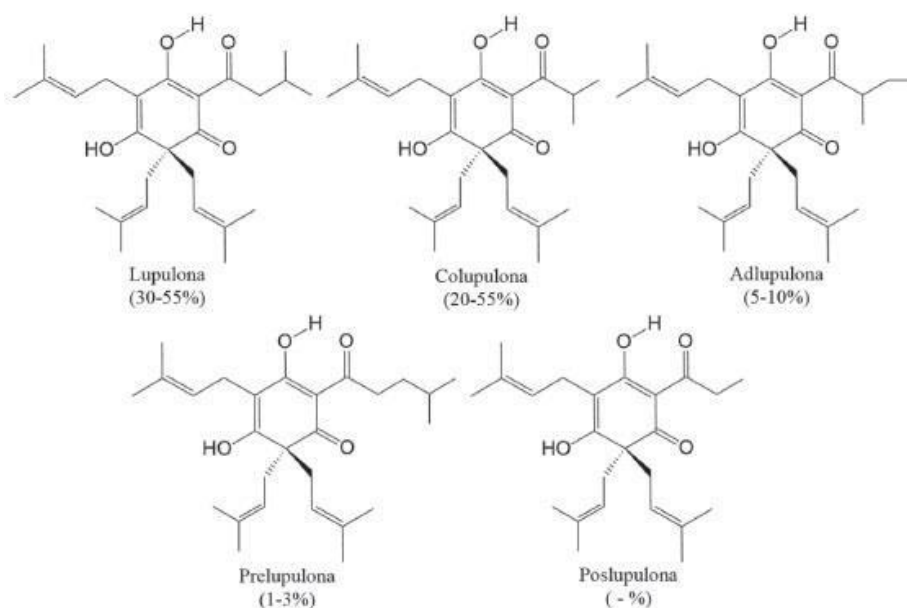


Fonte: DURELLO, Renato S.; SILVA, Lucas M.; JR., Stanislaw Bogusz (2019)

Os β -ácidos (principais espécies: lupulona, colupulona, adlupulona, prelupulona e poslupulona) não são solúveis em água, nem seus isômeros, por isso eles acabam não se tornando primordial na diferença entre lúpulos. Entretanto, os produtos de sua oxidação dão origem a compostos amargos que ainda podem contribuir com o sabor. Quanto mais tempo o lúpulo tem após ser colhido, maior é a quantidade destes compostos, assim maior sua influência no sabor (Fix, 1999). Suas principais espécies podem ser vistas na Figura 6.

Os óleos essenciais, que constituem de 0,5% a 3% da flor do lúpulo, são uma mistura de compostos orgânicos de variadas funções químicas (como hidrocarbonetos, compostos oxigenados e compostos contendo enxofre), que contribuem para o aroma da cerveja. Cada componente diferente do óleo possui um aroma diferente do outro, assim as diferentes proporções desses óleos conferem diferentes aromas nos lúpulos e, conseqüentemente, na cerveja. Esses compostos por serem voláteis há uma preferência por adicioná-los no final do tempo de fervura (Fix, 1999; Durello, Silva e Jr., 2019). Uma técnica que também explora bem esse composto é o *dry hopping*, que consiste em adicionar o lúpulo ao engarrafar a cerveja assim garante um melhor aproveitamento desses óleos, entretanto, caso não haja cuidado com o armazenamento e a temperatura, esse processo pode gerar gostos indesejados (Hieronymus, 2012). A Tabela 3 lista os principais lúpulos utilizados no Brasil e suas características.

Figura 6 - Principais espécies de β -ácidos e suas proporções



Fonte: DURELLO, Renato S.; SILVA, Lucas M.; JR., Stanislaw Bogusz (2019)

Tabela 3 - Os 7 lúpulos mais consumidos no Brasil e suas características

Lúpulos	Origem	% Alfa Ácidos	Tipo	Características
Saaz	Rep. Tcheca	3,5	Aromático	Floral, picante, aroma leve de grama
Columbus	EUA	16,7	Aromático / Amargor	Notas terrosas, picantes e cítricas
Citra	EUA	11,8	Aromático	Cítrico-frutado
Sorachi	Japão	13,0	Aromático / Amargor	Limão siciliano, limão, endro, com notas sutis de ervas
Cascade	EUA	7,0	Aromático	Floral, picante, cítrico
Centennial	EUA	11,1	Aromático / Amargor	Cítrico e floral
Equinox	EUA	14,2	Aromático	Cítricas e herbais

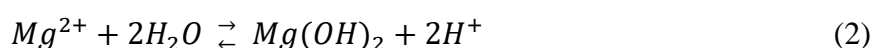
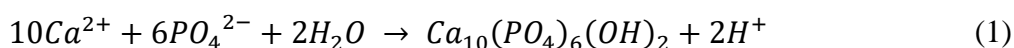
Fontes: ACERVA PETRÓPOLIS (2018); CLUBE DO MALTE (2019)

2.2.3. Água

Como toda cerveja é uma solução aquosa, a água é uma matéria-prima muito importante, sendo em alguns casos mais de 90% da cerveja. Além disso, a água é utilizada não somente na fabricação propriamente dita, é também usada para limpeza de equipamentos, geração de vapor, pasteurização, entre outros. Estima-se que para cada litro de cerveja gasta-se entre 4 e 5 litros de água (Morado, 2017).

Uma importante característica de se medir na água é seu pH. Visto que, uma das primeiras etapas da fabricação da cerveja é a dissolução de açúcares do malte e sua quebra por enzimas. Uma água com um pH inicialmente melhor reduz a necessidade de incluir aditivos no meio do processo, isso seria entre 5,8-6,0. Ao dissolver os açúcares na água, o pH muda e, para alcançar a faixa de pH ótimo (5,0 a 5,2) para a ação enzimática, pode se fazer necessário, técnicas de ajuste de pH (Palmer & Kaminski, 2013). Note-se que a faixa de pH em que a água deve estar para a redução do uso de aditivos pode variar dependendo da quantidade, qualidade e tipos de maltes usados nessa etapa.

As quantidades de cálcio e magnésio dissolvidos na água é outro fator de grande importância. Quando dissolvidos na água, reagem com o fosfato proveniente do malte formando hidroxiapatita de cálcio $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ e hidróxido de magnésio $[Mg(OH)_2]$ assim, liberando mais íons de H^+ e baixando mais o pH, o que por muitas vezes favorece o processo de enzimático (Palmer & Kaminski, 2013). As concentrações do sal destes íons também podem influenciar no sabor, podendo variar as concentrações indicadas para cada estilo (Morado, 2017).



Equação 1 e 2 representam a reação de formação da hidroxiapatita de cálcio e do hidróxido de magnésio (Costa, *et al.*, 2009).

Além da ação enzimática, a água pode influenciar diretamente na análise sensorial. De acordo com Salimbeni, Meneguetti & Rolim (2016), cada íon mesmo pode influenciar no sabor e aroma da bebida final. O Quadro 1 apresenta a influência dos íons na análise sensorial:

Quadro 1 - Influência dos íons da água na análise sensorial

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

Fonte: SALIMBENI, Juliana Faria; MENEGUETTI, Mariana Pereira Devolio R. R. D.; ROLIM, Tatiana Ferreira (2016)

Por efeito comparativo, segue na Tabela 4, as características da água utilizada em cervejarias em diversas cidades no mundo e, a seguir, a Tabela 5 com as características da água do sistema Guandu usada por cervejarias artesanais na cidade do Rio de Janeiro. Como dito anteriormente, os diferentes perfis de água podem auxiliar ou não a produção de um determinado estilo de cerveja, contudo a água pode ser tratada para que atinja o perfil desejado.

Tabela 4 - Perfil das águas em cervejarias no mundo (em mg/L)

	Burton	Munike	Londres	Pilsen
Ca²⁺	268	80	90	7
Mg²⁺	62	19	4	1
Na⁺	30	1	24	3
HCO₃⁻	141	164	123	9
SO₄²⁻	638	5	58	6
Cl⁻	36	1	18	5
NO₃⁻	31	3	3	0

Fonte: PRIEST, Fergus G.; STEWART, Graham G. (2006, tradução)

Tabela 5 - Perfil da água que abastece a cidade do Rio de Janeiro

Composto	Valor Medido (mg/L)	Valor Máximo Permitido (mg/L)
Dureza	32,10	500
Sódio	7,0	200
Sulfato	25,75	250
Cloreto	13,13	250
Nitrato	1,11	10

Fonte: CEDAE (2020)

2.2.4. Levedura

Existem duas leveduras principais, uma de alta fermentação para a produção das Ales, a *Saccharomyces cerevisiae*; e outra de baixa fermentação para a produção das Lagers, a *Saccharomyces pastorianus*, inicialmente *S. carlsbergensis*, isolada na Dinamarca pela cervejaria Carlsberg em 1883, que foi o primeiro microrganismo a ser isolado (White & Zainasheff, 2010).

Apesar de ser uma espécie, a *S. cerevisiae* possui diferentes linhagens, devido aos anos de seleção artificial no processo de reaproveitamento de leveduras. Após cada processo, as leveduras separadas da cerveja, se permanecessem com as características do processo anterior, eram utilizadas no próximo processo (White & Zainasheff, 2010). Esse processo ainda é realizado, porém, com os avanços tecnológicos, as leveduras são devidamente analisadas para saber se estão aptas para serem utilizadas novamente.

Dentre as linhagens, alguns parâmetros precisam ser estabelecidos para a escolha da melhor levedura, além da diferença entre alta e baixa fermentação. Essas características são: os sabores que aquela levedura proporciona, apesar de menos de 1% dos produtos não serem álcool, gás carbônico ou massa de crescimento da levedura, esses diversos produtos possuem grande influência no sabor da cerveja (White & Zainasheff, 2010); a atenuação, isso é, a sua capacidade de converter diferentes açúcares presentes, como a melibiose que pode ser fermentada por leveduras de baixa fermentação, porém não pode ser fermentada por leveduras de alta fermentação; a floculação, após a fermentação, a levedura pode ou não coagular, auxiliando assim sua remoção. Assim, leveduras com baixa floculação precisam ser filtradas para serem removidas, já as de alta floculação, isso pode ser resolvido com decantação. Outras características como temperatura ótima de fermentação, tolerância ao álcool e tolerância à contaminações também são importantes na escolha da levedura (Fix, 1999; Daniels, 2000).

2.2.5. Adjuntos

Adjuntos cervejeiros são matérias-primas que fornecem os açúcares no mosto na etapa de fermentação que substituem o malte de cevada. No Brasil, para a bebida ser

classificada como cerveja pode ter no máximo 45% de substituição por outros cereais sejam eles maltados ou não. Os grãos mais comuns de serem usados nas cervejas brasileiras são o milho, o arroz, a cevada não maltada e o trigo, esse último pode ou não ser maltado (Brasil, 2019; D'Avila, *et al.*,2012).

Contudo, a Instrução Normativa N° 65 (2019) permite que outros produtos de origem vegetal e o mel possam também ser usados como adjuntos, desde que sejam aptos para o consumo humano. Entretanto, a quantidade dos açúcares provenientes desse segundo grupo de adjuntos não pode ser superior a 25% dos açúcares do malte de cevada.

2.3. Escolas de Cerveja

A compreensão da cultura de um lugar pode nos levar a entender melhor os costumes e tradições de uma sociedade. O que dizem as leis da sociedade, como se comportam as pessoas, o quão rápido a sociedade modifica os costumes e criam tradições são questões importante para compreender a cultura de uma sociedade. Bebidas, comidas, danças, músicas e vestimentas típicas são parte da cultura de uma sociedade, dando características regionais específicas. Como a cerveja é uma das bebidas mais tradicionais e antigas do mundo suas características regionais são também adaptadas localmente.

Ao longo dos anos, os lugares onde a bebida é popular criou-se estilos, copos, modos e locais para apreciar a bebida. Regiões onde a cerveja é muitas vezes motivo de orgulho e presente na história em diversas ocasiões. Até hoje é fácil identificar locais assim, onde possuem feriados dedicados a bebida, receitas passadas como herança e o ato de beber como uma confraternização familiar.

Ronaldo Morado (2017) define a escola cervejeira baseada na história secular da cerveja, características locais distintas, costumes e comportamentos em torno da bebida, inovações técnicas e conceituais em processos, estilos e produtos, existência de organização do setor produtor e consumidor e a representatividade do setor para a comunidade científica.

Apesar de abrangente e bem estruturada, a definição cria uma barreira quase intransponível para a abertura de novas escolas, limitando apenas às regiões onde já se existem produção seculares. Países com uma história cervejeira recente, porém altamente

representativo para o mundo, fornecendo estilos, matérias-primas e/ou tecnologias não se enquadram nessa definição.

Por isso, uma definição que pode ser mais permissiva a novas escolas entrantes seria: uma escola cervejeira de uma região se caracteriza pela forte história relacionada a cerveja, importância da cervejaria para comunidade local, tradições e costumes em relação à cerveja, contribuição com tecnologias e inovações em processos, matérias-primas e estilo e a importância da bebida em eventos sociais.

Assumindo essa nova perspectiva de escola cervejeira, é possível encontrarmos quatro escolas cervejeiras no mundo:

- Escola Britânica (Inglaterra, Escócia, Gales, Irlanda e Irlanda do Norte);
- Escola Belga (Bélgica e França);
- Escola Germânica (Alemanha e República Tcheca);
- Escola Norte-Americana (Estados Unidos).

Dentro de cada uma dessas escolas, há características únicas e estilos que diferem dos demais. Nota-se também que uma definição mais flexível abre portas para o surgimento de novas escolas sem que as maiores e mais tradicionais percam espaço.

2.3.1 Escola Britânica

O clássico pub inglês é sem dúvidas um dos locais de beber cerveja mais famoso no mundo. O pub é um local de confraternização e encontro de amigos. É comum passar horas de tarde bebendo no pub. Um dos fatores que se dá ao sucesso histórico deste ambiente é que o padrão das casas inglesas é pequeno, assim o pub é um ótimo lugar espaçoso para reunir os amigos (Jackson, 2007).

Apesar de na região se beber mais Lager, são as Ales as famosas cervejas inglesas. No início dos anos 70 começou-se a CAMRA (item 1.1) para o incentivo à produção e consumo das Ales. As “*Real Ales*” são cervejas que após uma fermentação, são entregues aos pubs nos barris, que os mantêm entre 10°C e 13°C, para uma segunda fermentação. A cerveja é consumida também nessa temperatura (Jackson, 2007).

Essa escola é responsável por alguns estilos muito famosos mundialmente como a Pale Ale, Porter, Bitter, Scottish Ale, Red Ale, Stout, entre outros. Podemos detalhar um pouco melhor esses estilos que tanto representam essa escola.

2.3.1.1 Pale Ale

Em 1752, na cidade de Burton-upon-Trent, George Hodgson abriu a Bow Brewery e iniciou-se a venda de sua cerveja Pale Ale. Por conta das enormes quantidades de calcário nas terras da cidade, as águas dos poços tinham muito sulfato de cálcio, ajudava a produzir cervejas mais secas, pálidas e cristalinas (Oliver, 2012).

A British Pale Ale é uma cerveja âmbar de teor alcoólico moderado. Leves toques de doçura são comuns nesse estilo que também possui presença de lúpulo visível. Há um equilíbrio no sabor que permite que os sabores não se sobressaem, mas coexistem de maneira harmônica (Oliver, 2012).

2.3.1.2 Porter

Com o aumento de impostos em 1722 sobre malte, lúpulo e carvão, forçou na Inglaterra a busca pela ‘*pint* perfeita’ (*pint* é o copo tradicional de beber cerveja em pub, usado também como unidade de medida). Assim, a Porter é um estilo que foi criado com esse intuito. Seu gosto, aparência e aroma bem distintos para a Época, fez com que ela se popularizasse, principalmente entre a classe trabalhadora (Daniels, 2000).

Com o toque do malte tostado e cor escura, se popularizou tanto que em 1726 haviam lugares que só vendiam Porter. O sucesso foi tanto que após ela vieram variações, como Brown Porter e Robustic Porter, que fazem sucesso desde essa época (Daniels, 2000).

2.3.1.3 Bitter

Bitter (amargo em inglês) é um dos mais tradicionais estilos britânicos. Até hoje quase toda cervejaria britânica produz, ao menos, uma cerveja Bitter. Apesar de amarga, como o próprio nome diz, o teor alcoólico dela não muito acentuado variando entre 3,5% e 5,5%. Por conta dos impostos sobre a cerveja na Inglaterra ser sobre o teor alcoólico, a Bitter possui diferentes categorias dentro a sua faixa de teor alcoólico (Oliver, 2012).

Contudo, amarga não é a única característica dela. Apesar de marcante, um toque de doçura do malte se equilibra com o uso de lúpulos britânicos. O *dry-hopping* é uma técnica relativamente comum nesse estilo seco. Geralmente, ainda com um suave frutado, esse estilo possui complexos aromas e sabores (Oliver, 2012).

Na Figura 7 podemos ver os três estilos da Escola de Cerveja Britânica: a Pale Ale na esquerda, a Porter no centro e a Bitter à direita.

Figura 7: estilos da Escola Britânica



Fonte: Arte Brew (2018); Northern Brewer (2015); Brew Your Own (2019)

2.3.2 Escola Belga

Bélgica é o país que possui a escola de cerveja mais variada. Com diversas experimentações e criação de estilos. Obteve em 2016 a nomeação da cultura cervejeira belga como Patrimônio Intangível da Humanidade pela Unesco (Morado, 2017).

Mesmo com toda essa recriação de estilos, há espaço para a tradição de mosteiros trapistas. Dos 171 mosteiros trapistas existentes no mundo apenas 11 são autorizados a marcar suas cervejas com o selo de autenticidade trapista, garantindo a origem monástica de sua produção, sendo que 6 dos 11 mosteiros que produzem cerveja trapista estão na Bélgica. Na Bélgica também se encontra a sede da Anheuser-Busch InBev. Contudo, as micro cervejarias não ficam sem espaço, sendo que o país exporta 75% do volume de cerveja que produz e importa 15% do que consome (Morado, 2017).

O país não possui somente uma universidade dedicada a bebida, como também, um padroeiro (Santo Arnaldo) e que possui procissão com barril de cerveja pelas ruas. Essa forte tradição cervejeira criou alguns estilos conhecidos em todo o mundo, como a Witbier, Saison, Belgian Golden Strong Ale, Dubbel, Tripel, Quadrupel, Strong Dark Ale e entre muitas outras (Morado, 2017).

2.3.2.1 Saison

Na Bélgica no final do inverno e início da primavera as temperaturas sobem muito e, antes da refrigeração por compressores elétricos, era impossível fazer cerveja nessa época. Além disso, os trabalhadores estariam muito ocupados com o campo e não poderiam produzir cerveja. Assim, no final do inverno, fazia-se uma cerveja mais robusta para durar os meses mais quentes, mas não muito forte para poder matar a sede dos trabalhadores (Oliver, 2012).

Saison vem de “estação”, pois era necessário que essa cerveja durasse muito tempo pronta sem estragar, por isso é uma cerveja mais condimentada. Sua receita, normalmente, com maltes claros e, às vezes, com açúcar, possui condimentos e plantas, como pimenta branca, casaca de laranja, entre outros (Oliver, 2012).

2.3.2.2 Belgian Golden Strong Ale

Belgian Golden Strong Ale é um dos mais tradicionais entre os estilos belgas. Possui cor clara e alto teor alcoólico. Apresenta complexidade de sabores tais como sabores frutados com alto amargor e alta carbonatação. Possui também um final seco e

um retro gosto levemente amargo. Devido à alta carbonatação, sua espuma prende-se ao copo e conforme o copo se esvazia, forma a “Belgian lace” (traduzindo “renda belga”) (Morado, 2017).

2.3.2.3 *Trapistas*

As cervejas trapistas são aquelas, necessariamente, produzida dentro de um mosteiro trapista. Apesar de poucos mosteiros assim, essas cervejas são apreciadas no mundo inteiro. As cervejas que se aproximam deste estilo feitas fora de um mosteiro trapista são conhecidas como cervejas de abadia (Oliver, 2012).

Como todas elas não seguem um padrão de estilo, categorizar essas cervejas se torna um pouco mais difícil, porém alguns ainda fazem algumas considerações para traçar padrões de um estilo. A Dubbel e a Tripel são dois estilos oriundos das Trapistas. Normalmente, tons mais escuros, teor alcoólico elevado (Oliver, 2012).

Na Figura 8 podemos ver os três estilos da Escola de Cerveja Belga: a Saison na esquerda, a Belgian Golden Strong Ale no centro e a Trapista à direita.

Figura 8: estilos da Escola Belga



Fonte: World of Beers (2020), Costi (2016), Pensou Cerveja (2016)

2.3.3 Escola Germânica

É muito comum pensar na Lei de Pureza da Baviera, de 1516, a *Reinheitsgebot*, ao pensar nas cervejas alemãs. Porém, os porquês dessa lei ter sido tão importante para o desenvolvimento da cerveja alemã, muitas vezes, não é contado.

Ao notar que suas cervejas estragavam com a alta temperatura no verão, as cervejas eram guardadas em cavernas frias para proteger elas. No entanto, notou-se que ela acabara fermentando em baixas temperaturas e a própria manutenção dela nesses espaços frios fazia com que elas ficassem mais estáveis e resistentes, mesmo nas altas temperaturas. Assim, cervejarias construíram grutas para a fermentação e conservação da cerveja. Começou assim, a fermentação a frio. Um documento de 1420 de Munique menciona essa prática (Oliver, 2012).

Com a busca alemã incansável pela alta qualidade, notou-se que essa cerveja era mais clara, límpida e suave que as anteriores, porém precisava de mais tempo para estabilizar a frio. A Lei de Pureza surgiu para que as práticas se restringissem apenas para a produção de cervejas de alta qualidade e pureza, permitindo o uso apenas de malte de cevada, água e lúpulo. Ela foi alterada posteriormente incluindo a levedura (após ela ser descoberta) e o malte de trigo (Oliver, 2012).

Engana-se quem pensa que essa foi a única lei alemã sobre cerveja da época, outra importante lei foi a de 1553 do duque Albrecht V da Baviera que proibia a produção de cerveja durante o verão, pois o controle da fermentação a frio era mais difícil. Assim, os produtores produziam as cervejas no inverno e estocavam em grutas e cavernas frias para conservar (Oliver, 2012).

A cultura alemã não trouxe apenas leis ao mundo cervejeiro, trouxe uma das mais famosas festas de cerveja do mundo a Oktoberfest. A festa teve sua primeira edição em 1810 para celebrar um casamento real, porém Andreas Michael Dall'Armi, membro da Guarda Nacional da Baviera teve a ideia de fazer uma grande corrida de cavalos. Ao consultar o rei sobre esse evento, ele não só autorizou como gostou da ideia. Assim, o casamento do Príncipe Regente Ludwig da Baviera (que veio a ser o Rei Ludwig I ou Rei Luís I da Baviera) com a Princesa *Therese of Saxony-Hildburghausen* (em português, Teresa de Saxe-Hildburghausen) aconteceu em 12 de outubro de 1810 e as festividades aconteceram em 17 de outubro de 1810. No ano seguinte, com o povo querendo a festa

de novo mesmo sem um casamento real, a Associação de Agricultores da Baviera assumiu o papel de organizar o evento. Em 1824, Andreas recebeu a primeira medalha de ouro de cidadão de Munique por ter inventado a Oktoberfest (Oktoberfest, 2020).

2.3.3.1 Pilsen

O estilo foi criado em Plzeň (ou Pilsen), na República Tcheca, utilizando-se leveduras de fermentação a frio da Bavária. Devido a água com poucos sais e o malte e lúpulo de alta qualidade produzidos na cidade, fez-se uma cerveja dourada, leve, equilibrada e refrescante (Daniels, 2000).

Apesar de não apreciada por muitos que se aventuram nos estilos, a Pilsen original é uma cerveja muito delicada. Onde a harmonia entre malte e lúpulo se combinam transformando-a em uma cerveja fácil de beber e que agrada diversos paladares.

2.3.3.2 Weiss ou Weizen

Um estilo muito comum na escola germânica é cerveja de trigo. O nome *Weiss* significa “branco” e *Weizen*, “trigo”, porém ambos os termos são usados para falar da cerveja de trigo. Ainda na Alemanha, para ser considerada “de trigo” é necessária que 50% dos grãos sejam de trigo. Contudo, há cervejarias que usam até 70% de trigo (Morado, 2017).

As cervejas de trigo podem ou não serem filtradas, essa escolha parece simples, mas muda bastante. As não filtradas recebem o prefixo “Hefe” (Hefe-Weiss ou Hefe-Weizen), possuem corpo mais pesado, mais turva pela presença do fermento. Já as filtradas recebem o nome de Kristallweizen, com corpo mais leve, cor clara e transparente (Morado, 2017).

2.3.3.3 Helles

Apesar de toda a popularização da Pilsen na Alemanha e no mundo, na Baviera, ainda existia uma resistência às cervejas tchecas. Em Munique, especialmente, o conservadorismo era tanto que as Lagers escuras ainda eram as principais cervejas (Oliver, 2012).

Até que em 1894 a Spaten de Munique criou uma cerveja mais clara que a pilsen, dando o nome de *Helles* ou *Hell* (significa “claro”). Uma cerveja dourada, clara, transparente e com gosto de pão. O forte gosto de malte e o pouco lúpulo em canecas grandes dominou o cenário das Biergärten, locais onde a bebida é tradicionalmente consumida em Munique (Oliver, 2012).

Na Figura 9 podemos ver os três estilos da Escola de Cerveja Germânica: a Pilsen na esquerda, a Weiss no centro e a Helles à direita.

Figura 9: estilos da Escola Belga



Fonte: Indupropil (2020), Acosta (2018)

2.3.4 Escola Norte-Americana

A escola americana é a que possui uma história mais curta. Há registros que no *Mayflower* (navio que levou os primeiros imigrantes ingleses em 1620) havia cerveja. Nos anos que se passaram, imigrantes europeus traziam suas culturas cervejeiras. Assim, diversos estilos eram consumidos. Os estilos germânicos e britânicos eram os mais consumidos (Morado, 2017).

No início do século XX a Lei Seca fez com que a produção de cerveja ficasse sem padrões, deixando as bebidas (proibidas naquele momento) com baixa qualidade, além da escassez devido a proibição. Com o baixo padrão e a escassez de materiais proveniente da Europa (devido as duas Guerras Mundiais e a Grande Depressão), as cervejarias começaram a usar matérias-primas que havia disponível. Assim, o paladar do consumidor começou a mudar e os estilos se afastavam cada vez mais dos padrões europeus (Morado, 2017).

Já no final do século XX iniciou-se o renascimento da cerveja artesanal. Com as legalizações de micro cervejarias e produções caseiras em 1979 e as legalizações de bares-cervejarias (pequenas cervejarias que servem sua produção dentro do próprio estabelecimento) em 1982, as produções artesanais diversificaram e se espalharam. Contudo, essas produções ainda conservavam às ideais do uso de matérias-primas alternativas e locais. Hoje, o país é o maior produtor de lúpulo (Morado, 2017).

2.3.4.1 American Lager

Inspirada na Pilsener, a American Lager foi criada durante a Lei Seca americana. Com a dificuldade de material, os produtores de cerveja tiveram que se adaptar e usar os cereais que tinham a disposição. Também, com a Segunda Guerra Mundial, a oferta de lúpulo caiu muito, por conta disso a quantidade de lúpulo também reduziu no estilo (Morado, 2017).

O resultado foi uma cerveja clara, leve e transparente. Por conta da sua simplicidade na produção, várias indústrias optaram por esse estilo para fazer em larga

escala e o mercado aceitou muito bem. Fazendo assim, o estilo mais consumido no mundo. Devido sua produção em diversos países, os cereais substitutos do malte de cevada podem variar com a disponibilidade local (Morado, 2017).

2.3.4.2 *American Pale Ale*

Com o alto custo de produção e pouco capital, os cervejeiros artesanais americanos começaram a notar que para a fabricação de Ale era mais barato que a Lager devido ao alto custo com refrigeração. Outro fator que mudou também foi a matéria-prima, os EUA já produziam maltes de alta qualidade e lúpulos diferentes do resto do mundo (Oliver, 2012).

A produção das Ales americanas começaram a diferir das Ales europeias e ajudaram a difundir as características das matérias-primas americanas. O lúpulo americano com sabores mais cítricos e frutados, começaram a ser usados em diversos estilos, os remodelando e dando uma característica regional à estilos tradicionais (Oliver, 2012).

Na Figura 10 podemos ver os três estilos da Escola de Cerveja Norte-Americana: a American Lager na esquerda e a American Pale Ale à direita.

Figura 10: estilos da Escola Norte-Americana



Fonte: Indupropil (2020)

Sintetizando o que foi apresentado no tópico, o Quadro 2 aponta as principais características que diferem as escolas cervejeiras.

Quadro 2 - Resumo das Escolas Cervejeiras

ESCOLA	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Britânica	Cervejas fortes de alta fermentação, uso de cereais torrados, lúpulos resinosos e terrosos
Belga	Uso de adjuntos como ervas, pimentas, açúcar (para aumentar a graduação alcoólica), podendo ter cervejas de claras a âmbar.
Germânica	Uso de trigo maltado e leveduras de baixa fermentação. Cervejas equilibradas.
Norte-americana	Recriação de estilos clássicos europeus. Uso de insumos locais, milho, arroz e centeio e lúpulos cítricos.

2.4. Mercado

A Tabela 6 mostra o ranking dos dez países que mais consomem cerveja *per capita* no mundo. Com esse dado, podemos analisar mercados que possuem grande consumo de cerveja, porém não possuem tradições cervejeiras antigas.

Tabela 6 - Consumo de cerveja per capita no mundo

Posição	País	Litros anual per capita
1	República Tcheca	191,8
2	Áustria	107,6
3	Alemanha	101,1
4	Romênia	98,9
5	Polônia	98,2
6	Irlanda	95,8
7	Espanha	86,0
8	Eslováquia	83,5
9	Namíbia	81,3
10	Croácia	80,4

Fonte: Kirin Beer University Report (2019)

Estados Unidos aparece em vigésimo (20º) com um consumo per capita de 73,5 litros anuais, Reino Unido na posição de vigésimo-primeiro (21º) com consumo per capita de 72,9 litros anuais, a Bélgica em vigésimo-quinto (25º) com consumo per capita de 67,0 litros anuais e o Brasil em vigésimo-oitavo (28º) com consumo per capita de 60,0 litros anuais (Kirin Beer University Report, 2019). Esses números mostram que apesar de alguns países influenciarem estilos há muitos anos, seu consumo per capita pode ser baixo. Isso vem de alguns fatores, como o preço da cerveja, restrições religiosas, idade mínima permitida para consumo de álcool, entre outros.

Apesar do consumo per capita não ser muito alto, se compararmos com a produção por país, as posições desse ranking mudam muito. A Tabela 7 mostra os dez países que mais produzem cerveja.

Tabela 7 - Produção de cerveja no mundo

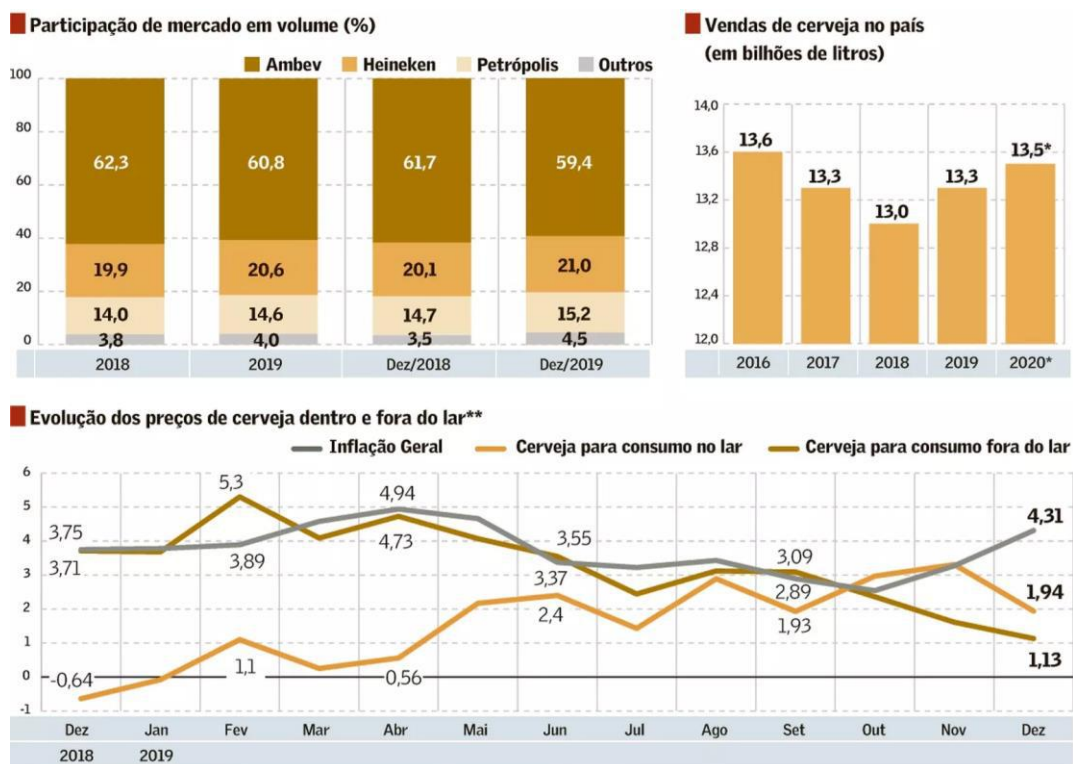
Posição	País	Produção anual (10⁶ L)	Market Share
1	China	38.927,2	20,4%
2	Estados Unidos	21.460,7	11,2%
3	Brasil	14.137,9	7,4%
4	México	11.980,0	6,3%
5	Alemanha	9.365,2	4,9%
6	Rússia	7.747,0	4,1%
7	Japão	5.108,3	2,7%
8	Vietnam	4.300,0	2,3%
9	Reino Unido	4.228,2	2,2%
10	Polônia	4.093,0	2,1%

Fonte: Kirin Beer University Report (2019)

Apesar do Brasil ser apenas o vigésimo-oitavo em consumo per capita é o terceiro maior produtor de cerveja no mundo. Dentre a produção brasileira é possível destacar a Ambev, a Heineken e o Grupo Petrópolis que juntas possuem mais de 95% do mercado brasileiro. Na Figura 6, é possível ver que a participação de mercado (*market share*) das cervejarias, que não essas três maiores, estão com tendência de subida. Entre a essas cervejarias a maior parte é considerada cerveja artesanal (Bouças, 2020).

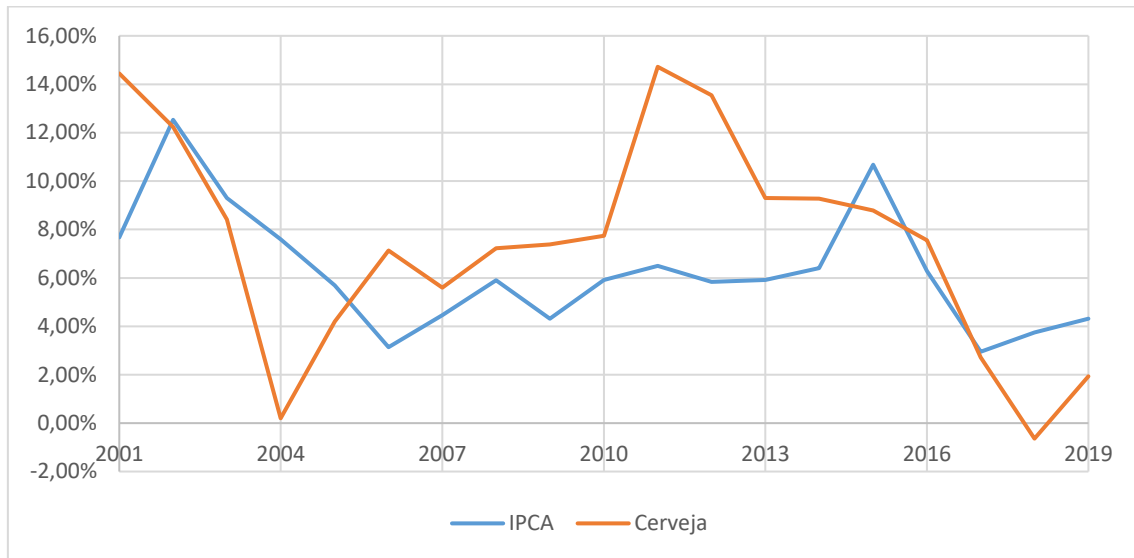
Outro ponto importante mostrado na Figura 11 é como o preço da cerveja para ser consumida no lar tem acelerado seu crescimento, enquanto o preço da cerveja para ser consumida fora do lar tem reduzido seu crescimento. Ambas, se comparados com Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) acumulado 12 meses, tiveram um crescimento abaixo da inflação na maioria dos meses analisados (Bouças, 2020). Porém, se compararmos a evolução do preço da cerveja desde 2001 até 2019 com o IPCA no mesmo período (ambas as variações são acumuladas do ano), como na Figura 12, notamos que o aumento do preço da cerveja nesse período foi 70% maior que o IPCA (IBGE, 2020).

Figura 11 - Gráficos sobre o mercado brasileiro de cerveja



Fonte: BOUÇAS, Cibelle (2020)

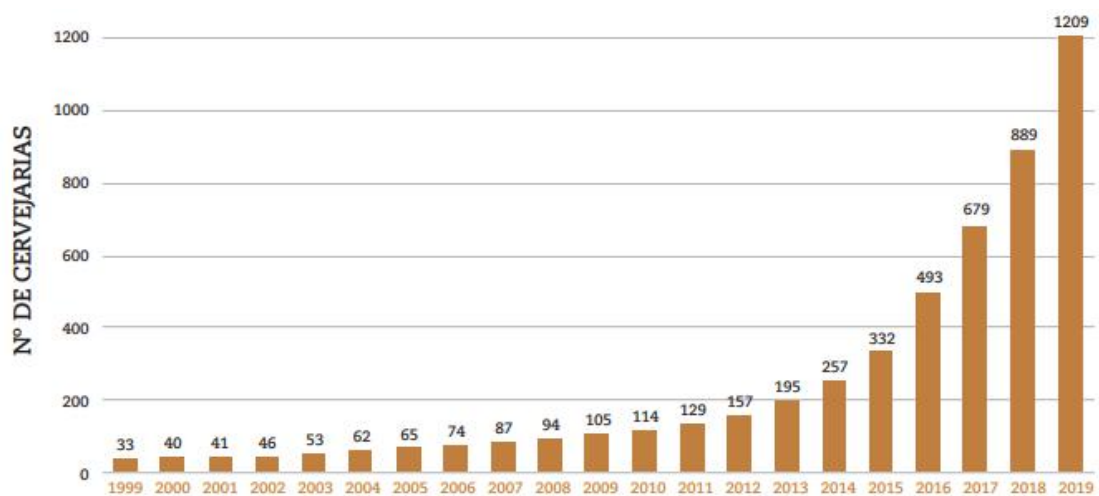
Figura 12 - Evolução do preço da Cerveja e do IPCA de 2001 a 2019



Fonte: IBGE (2020)

Ao falar de mercado de cerveja artesanal no Brasil, muito se fala do “boom” que houve: um crescimento absurdo no número de cervejarias e um crescimento maior ainda no número de ofertas de cervejas para o consumidor. De fato, houve um aumento considerável de cervejarias no Brasil, de acordo com o anuário da cerveja de 2019 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2009, o Brasil possuía 105 cervejarias e, em 2019, já possuía 1.209 cervejarias, um crescimento de mais de 11,5 vezes em 10 anos. Na Figura 13, é possível acompanhar essa evolução ano a ano.

Figura 13 - Número de Registros de Cervejarias no Brasil

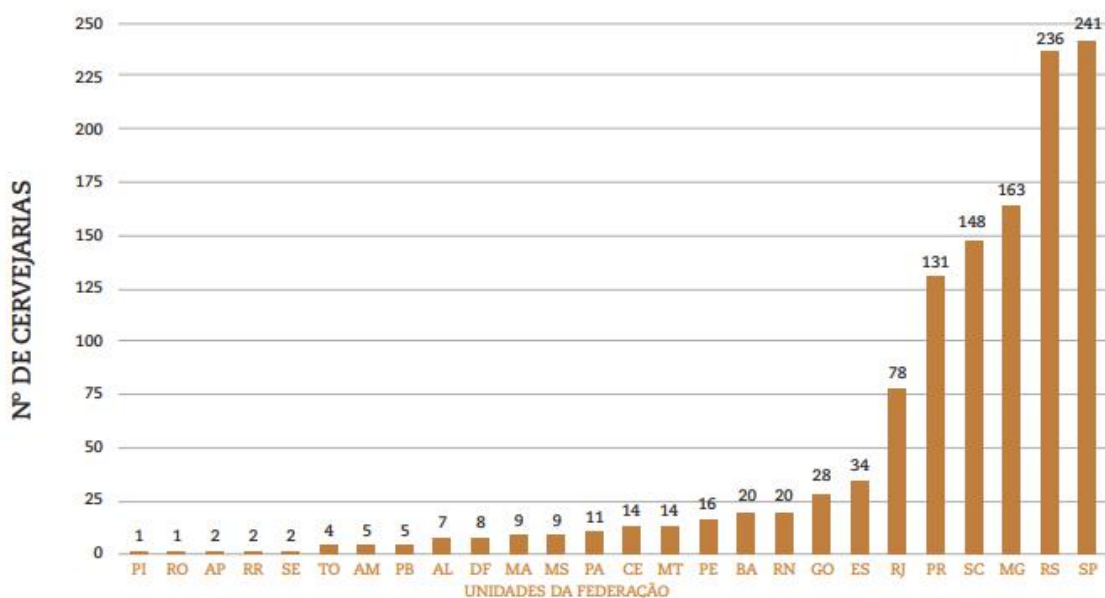


Fonte: MAPA (2020)

É notável também uma maior concentração de cervejarias na região sul, onde há grande concentração de descendentes europeus que faziam as receitas trazidas pelas famílias, e sudeste, onde há uma concentração de descendentes de europeus e onde se desenvolveu indústrias e avanços na época do império (Figura 14).

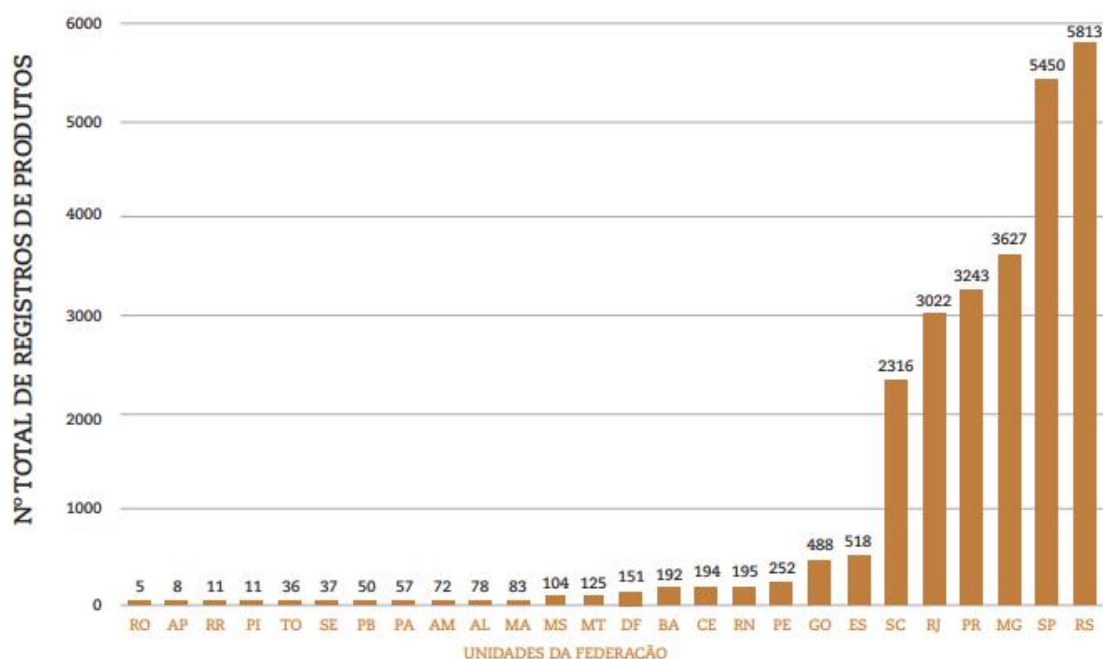
Com o crescimento do número de cervejarias, conseqüentemente o número de registros de cerveja iria crescer, porém foi possível ver que em algumas regiões há maior variedade de cerveja (Figura 15), uma vez que a proporção de número de cerveja por cervejaria é maior em algumas regiões. Isso é para atender um mercado cada vez mais competitivo e consumidores mais exigentes.

Figura 14 - Número de Registros de Cervejarias no Brasil



Fonte: MAPA (2020)

Figura 15 - Número de Registros de Cervejas no Brasil



Fonte: MAPA (2020)

Em 2019, houve registro de 9.950 novas cervejas, um aumento de 46,3% no número de registros se comparado a 2018. Com 320 novas cervejarias em 2019, um aumento de 52,4% se comparado ao ano anterior. Isso mostra não só um crescimento no número de cervejarias, mas também um aumento no número de cervejas oferecidas.

Outra questão que aumenta a diversidade de produtos no mercado é o crescimento de cervejarias nos estados onde hoje, não há grandes quantidades. Como mostra a Tabela 8, os maiores crescimentos em números de cervejarias são em estados do Nordeste e no Espírito Santo.

Tabela 8 - Número de cervejarias por estado por ano

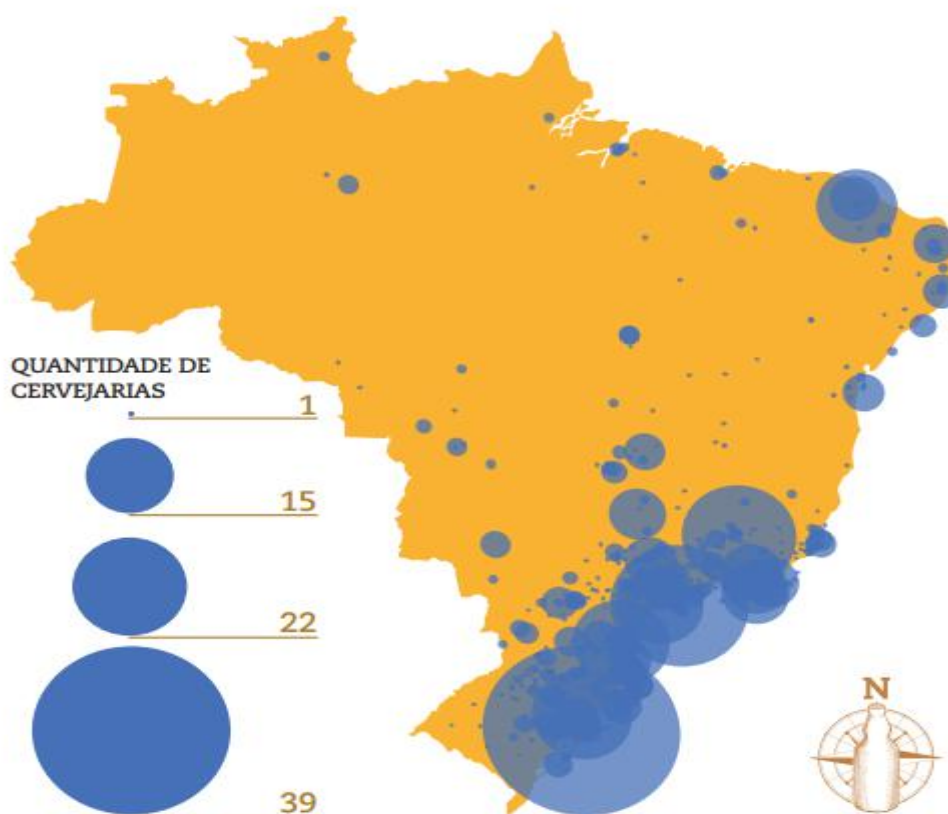
Nº	UF	2017	2018	2019	Crescimento médio
1	SP	124	166	241	39,5%
2	RS	142	184	236	28,9%
3	MG	87	116	163	36,9%
4	SC	78	104	148	37,8%
5	PR	67	93	131	39,8%
6	RJ	57	62	78	17,3%
7	ES	11	17	34	77,3%
8	GO	21	25	28	15,5%
9	BA	7	12	20	69,0%
10	RN	6	9	20	86,1%

Fonte: MAPA (2020)

Na Figura 16, é possível ver que existe a concentração no litoral sul-sudeste, mas é possível também perceber áreas de concentração fora deste eixo, como Brasília, interior de Minas Gerais e litoral do Nordeste, com destaque para a região de Fortaleza, Ceará.

Esses dados mostram uma clara mudança de consumo no Brasil. Ainda que as grandes cervejarias dominem o mercado em questão de volume. É possível ver um crescente número de cervejarias e de cervejas chegando ao mercado e para que as mesmas se destaquem, elas têm aumentado sua qualidade e buscando novos sabores e experiências para conquistar o consumidor mais exigente e com mais opções.

Figura 16 - Mapa com distribuição de cervejarias no Brasil



Fonte: MAPA (2020)

3. TENDÊNCIAS DA CERVEJA ARTESANAL BRASILEIRA

Como apresentado anteriormente, as cervejas produzidas aqui inicialmente eram receitas de cervejas tradicionais europeias, porém, com o tempo e a popularização da

cerveja, o brasileiro foi dando uma nova cara à essa bebida milenar. Fazendo um paralelo com a história das cervejarias americanas, os brasileiros também começaram aos poucos a adicionar ingredientes da cultura brasileira em suas cervejas artesanais.

No final dos anos 90, algumas cervejarias com receitas diferentes apareceram no cenário nacional trazendo receitas diferentes. A Colorado (1995), a Backer (1998), a Wäls e a Baden Baden (1999) são exemplos de cervejarias que abriram, produzindo em pequenas fábricas, querendo sair um pouco dos estilos padrões de consumo no mercado. Cervejas com rapadura, mandioca, jabuticaba, maracujá, caju, erva mate e tantos mais ingredientes começam a ganhar espaço nas prateleiras e nos gostos dos cervejeiros (Oliveira e Drumond, 2014). Assim, cervejas artesanais começam a aparecer nas cidades produtoras e até nas cidades vizinhas.

Em 2006, é fundada a Associação de Cervejeiros Artesanais Cariocas (AcervA Carioca), uma associação de cervejeiros caseiros que pretendem desenvolver e divulgar o conhecimento sobre cerveja artesanal através de cursos, workshops, palestras e encontros. Depois da sua fundação e divulgação, outras AcervA's em diferentes partes do Brasil começam a surgir com o mesmo intuito, promovendo encontro e cursos e aumentando o número de cervejeiros caseiros e o interesse em consumir cervejas artesanais (Acerva Carioca, 2017).

Como visto anteriormente, a partir de 2006, o preço da cerveja começou a subir além da inflação e esse movimento se manteve até 2014 (IBGE, 2020). Assim, o consumidor começou a procurar melhores alternativas, seja comprando de produtores locais ou produzindo a própria cerveja. Desse modo, o consumidor se tornava cada vez mais exigente quanto a qualidade da cerveja e interessado em experimentar novos sabores. Esse novo consumidor fez com que eventos internacionais como o *Mondial de la Bière*, que começou em 1994 no Canadá, viesse ao Brasil, pela primeira vez, em 2013, e realizasse edições anuais cada vez maiores (Mondial de la Biere, 2019).

Em 2015, o Brasil ganhou pela primeira vez o World Beer Awards, um dos mais conhecidos e respeitados prêmios de cerveja do mundo. Nesse ano, o Brasil ganhou em três categorias: World's Best Brut/Champagne Beer para a cerveja Brut da Cervejaria Wäls, World's Best Altbier para a Cerveja Altbier da Cervejaria Bamberg e World's Best Czech-style Pale Lager para a cerveja Bohemian Pilsen da Cervejaria Wäls (World Beer Awards, 2020). A partir desse ano, houve um aumento considerável no número de

cervejarias no Brasil. Muitas dessas querendo reinventar os estilos, incluindo elementos brasileiros nas receitas.

As tendências de produção brasileiras, se assemelham a americana, no que diz sobre o uso de matéria prima local. O que diferencia bastante são os insumos que são usados e a motivação de usá-los. Enquanto nos EUA, as mudanças ocorreram devido a uma escassez de matéria prima, no Brasil, as mudanças ocorrem pelo desejo de experimentar novas misturas e novos sabores (Morado, 2017). Por isso, no Brasil, as mudanças podem ser pequenas ou grandes, trocando a maioria do lúpulo por frutas.

Outro ponto que difere entre os dois padrões de produção é quanto o uso do lúpulo, enquanto os estilos americanos, em sua maioria, possuem notas cítricas derivados do lúpulo americano (Morado, 2017), no Brasil, por não possuir quantidades de lúpulos significativas produzida aqui, os estilos brasileiros mesclam lúpulos de diferentes lugares ou substituem, em parte, esse lúpulo por frutas e ervas nativas. Por isso, muitos estilos produzidos por brasileiros possuem notas frutadas e herbais, muitos deles recordando o clima tropical.

3.1. Catharina Sour

O estilo surgiu com uma produção colaborativa em 2016. A Cervejaria Blumenau e The Liffey Brewpub produziram uma Berliner Weisse com adição de abacaxi e hortelã um teor alcoólico maior que a receita tradicional. Essa cerveja recebeu o nome de Catharina Sour: a Coroa Real. Ainda em 2016, Associação Catarinense de Cervejarias Artesanais (ACASC) realizou um workshop onde se debateu o estilo. Após o workshop, diversas cervejarias do estado lançaram cervejas no estilo (Catharina Sour, 2020).

A Catharina Sour é, até então, o único estilo brasileiro no *Beer Judge Certification Program* (BJCP) – órgão que categoriza estilos de cerveja e qualifica juízes para competições. Esse estilo foi criado em uma parceria de diversas cervejarias artesanais do estado de Santa Catarina. O estilo é próximo do Berliner Weisse, porém leva adição de frutas e gosto ácido (BJCP, 2018).

A presença de fruta é obrigatória para o estilo, sendo brasileiro, as frutas usadas pelos cervejeiros são, na maioria das vezes, frutas nativas, como guaraná, maracujá,

jabuticaba entre outras. O sabor de fruta fresca é o sabor mais presente na cerveja, em seguida o teor ácido, proveniente do uso de *Lactobacillus*. É uma cerveja de alta fermentação, isto é, uma Ale. Apesar do malte não sobressair na cerveja, ela é produzida sempre com malte de cevada e malte de trigo. Podendo ter proporção até de 50% de malte de trigo (BJCP,2018; Hübner, 2019).

4. PRODUÇÃO DA CERVEJA

Segundo Aquarone, Borzani, Schmidell & Lima (2008), a produção de cerveja pode ser dividida por três etapas:

- Produção do mosto: onde ficam as etapas de moagem, mosturação ou brassagem, filtração e fervura;
- Processo fermentativo: onde se subdividem em fermentação e maturação;
- Pós-processamento ou acabamento: onde ocorrem as etapas de envase e carbonatação.

Podemos também fazer um paralelo entre essas etapas quando produzidas na indústria e quando produzidas em casa. Contudo, a produção de cerveja em casa pode ser feita por três métodos: *All Grains* (um método que utiliza o grão do malte e diferentes panelas), BIAB (do inglês, *Brew In A Bag*, um método que utiliza o grão do malte, porém pode-se usar uma panela somente) e a produção com extrato de malte (método que não utiliza o grão do malte, somente seu extrato líquido e/ou seco) (RANDY, 2013).

4.1. Produção do mosto

4.1.1. Moagem

Primeira etapa de produção do mosto é a moagem do malte. É importante dizer que o objetivo não é produzir uma farinha com o malte reduzindo-o a pó, mas sim quebrar a sua casca e expor o endosperma (Aquarone, *et al.*, 2008).

A intensão é que a casca do grão de malte seja quebrada, porém não muito fragmentada, pois ela será utilizada na filtração do mosto. Quanto mais moída estiverem, pois quando as cascas decantam formando a “cama de grãos” o espaço para o mosto permear será muito pequeno, tornando o processo lento (Kunze, 2004).

Já o endosperma, é interessante que seja mais quebrado possível, pois assim, sua área superficial é maior, o que aumenta o ataque das enzimas, aumentando o rendimento. Também é importante que não tenha grãos inteiros ou que a quebra do endosperma seja uniforme. A qualidade da moagem interfere diretamente na turbidez e qualidade da cerveja (Aquarone, *et al.*, 2008; Kunze, 2004).

4.1.1.1 Moagem Industrial

A moagem pode ser feita com moinhos martelo ou moinhos de rolo com um, dois ou três pares de rolos. Outra possibilidade é fazer a moagem com os grãos secos ou os grãos molhados. O mais comum é o uso de moinhos de seis rolos (três pares) com grãos secos (Eßlinger, 2009).

A técnica de umedecer os grãos serve para aumentar a flexibilidade da casca do grão evitando que ele se estilhasse no moinho. A escolha do moinho deve se levar em conta questão econômicas e o tempo de moagem (Priest e Stewart, 2006).

4.1.1.2 Moagem Caseira

Apesar de muitas lojas que vendem insumo possuem moedor para que o cervejeiro já saia com o malte moído, é comum cervejeiros caseiros terem seus próprios moedores. Em geral, são moinhos de dois rolos (um par) e a moagem é feita a seco. Apesar de se encontrar outros tipos de moedores e até uso de liquidificadores e processadores para moagem caseira, o uso não é indicado, pois não se garante a exposição do endosperma não destruindo a casca, assim o produto final fica menos cristalino, perde qualidade e pode acarretar gostos indesejáveis. Esse processo de moagem é só feito nos métodos *All Grains* e *BIAB*.

4.1.2. Mosturação ou brassagem

Nessa etapa, ocorre a dissolução dos açúcares do malte em água e as conversões enzimáticas das macromoléculas, por isso o controle de temperatura e pH são importantes. Dentre as ações enzimáticas destacam-se:

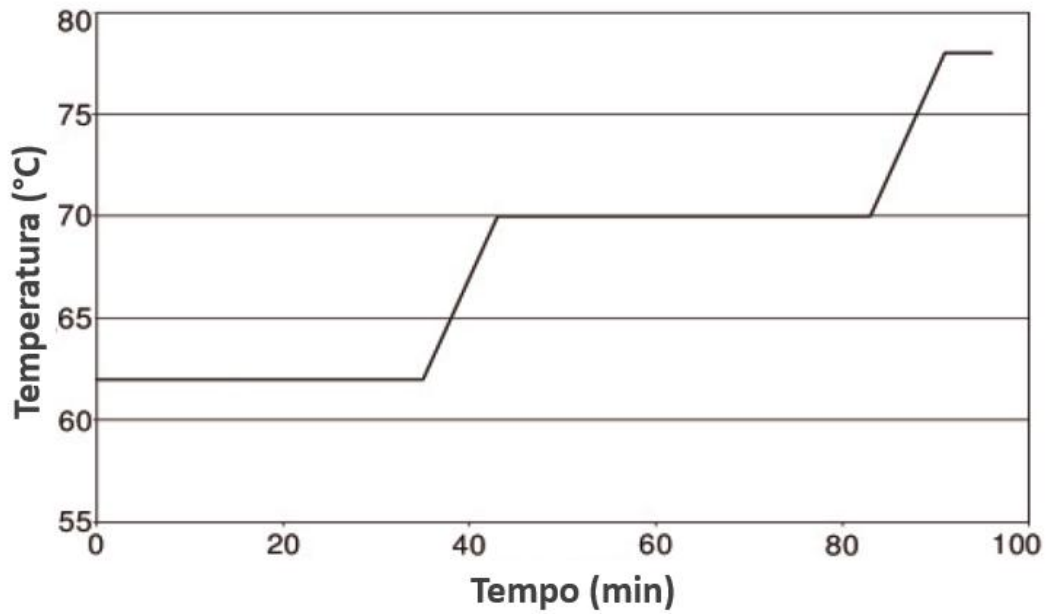
- Amilases: convertem o amido em açúcares fermentáveis, principalmente maltose, e dextrina não fermentável;
- Proteases: convertem proteínas em peptídeos e aminoácidos (Aquarone, *et al.*, 2008).

As amilases, por atuarem na conversão do amido em açúcares fermentáveis, sua atuação interfere diretamente na quantidade de álcool que a cerveja pode ter e o corpo da cerveja, isso é, quanto mais elas atuarem maior será a quantidade de açúcares fermentáveis estarão disponíveis para serem convertidos em álcool e mais leve será o corpo da cerveja. As proteases atuam diretamente na estabilidade da espuma, isso é, quanto menor for sua atuação maior será a capacidade da cerveja em reter espuma, porém os grãos de amido são envoltos por uma malha de proteínas, então se a ação das proteases não é realizada com o intuito de produzir uma espuma mais consistente, a ação das amilases na quebra do amido pode ter uma menor eficiência (Morado, 2017).

Como as enzimas possuem diferentes temperaturas e pH's ótimos para agirem, essa etapa possui intervalos em diferentes temperaturas para garantir a ação das enzimas e garantir a maior conversão possível. Contudo, algumas enzimas produzem substâncias indesejadas, como a fosfatase, que possui temperatura ótima entre 50 e 53 °C, libera fosfato inorgânico produzindo uma menor capacidade tampão e reduzindo muito o pH durante a fermentação (Eßlinger, 2009).

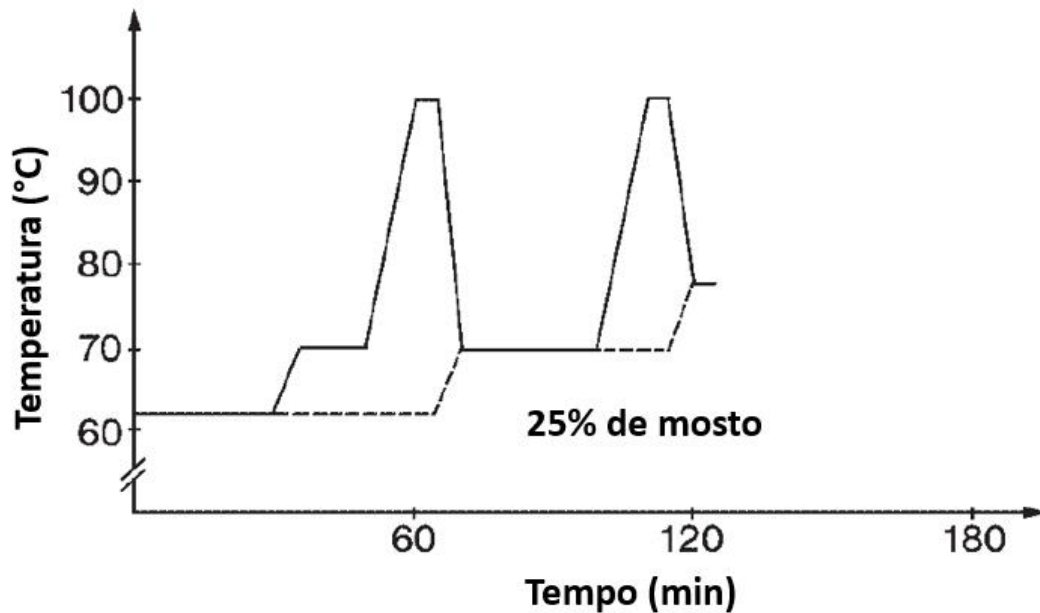
Para esse controle de temperatura existem dois métodos: infusão e decocção. Enquanto o método da infusão usa apenas um tanque que é aquecido conforme o processo (Figura 13), o método de decocção possui um tanque onde a temperatura é mantida de acordo com o processo e o aquecimento é realizado retirando uma parte do mosto, fervendo ela e retornando ela ao primeiro tanque (Figura 14) (Priest e Stewart, 2006).

Figura 2 - Gráfico de mosturação pelo método de infusão



Fonte: EßLINGER, Hans Michael (2009, tradução)

Figura 3 - Gráfico de mosturação pelo método de decocção



Fonte: EßLINGER, Hans Michael (2009, tradução)

O Quadro 4 expõe as enzimas presentes no malte, suas temperaturas e pH's de atuação, substrato e produto.

Quadro 1 - pH e temperatura ótima de algumas enzimas do mosto

Enzima	Temperatura ótima no mosto (°C)	pH ótimo no mosto	Substrato	Produto
β -glucano solubilase	62-65	6,8	β -glucano ligado à matriz	β -glucano solúvel altamente molecular
endo-1-3- β -glucanase	<60	4,6	β -glucano solúvel altamente molecular	β -glucano solúvel pouco molecular, celobiose, laminaribiose
endo-1-4- β -glucanase	40-45	4,5-4,8	β -glucano solúvel altamente molecular	β -glucano solúvel pouco molecular, celobiose, laminaribiose
exo- β -glucanase	<40	4,5	celobiose, laminaribiose	glicose
endopeptidase	45-50	3,9-5,5	proteínas	peptídeos, amino ácidos livres
carboxipeptidase	50	4,6-4,8	proteínas, peptídeos	amino ácidos livres
aminopeptidase	45	7,0-7,2	proteínas, peptídeos	amino ácidos livres
dipeptidase	45	8,8	dipeptídeos	amino ácidos livres
α -amilase	65-75	5,6-5,8	α -glucanos	melagossacarídeos, oligossacarídeos
β -amilase	60-65	5,4-5,6	α -glucanos	glicose
maltase	35-40	6,0	maltose	glicose
dextrinase limite	55-65	5,1	dextrina limite	dextrinas
lipase	55-65	6,8-7,0	lipídeos, hidroperóxidos lípidicos	glicerina, ácidos graxos livres de cadeia longa, ácidos graxos, hidroperóxidos
polifenol oxidase	60-65	6,5-7,0	polifenóis substratos	polifenóis oxidados
peroxidase	> 60	6,2	orgânicos e inorgânicos	radicais livres
fosfatases	50-53	5,0	orgânico fosfatado	fosfato inorgânico

Fonte: EßLINGER, Hans Michael (2009, tradução)

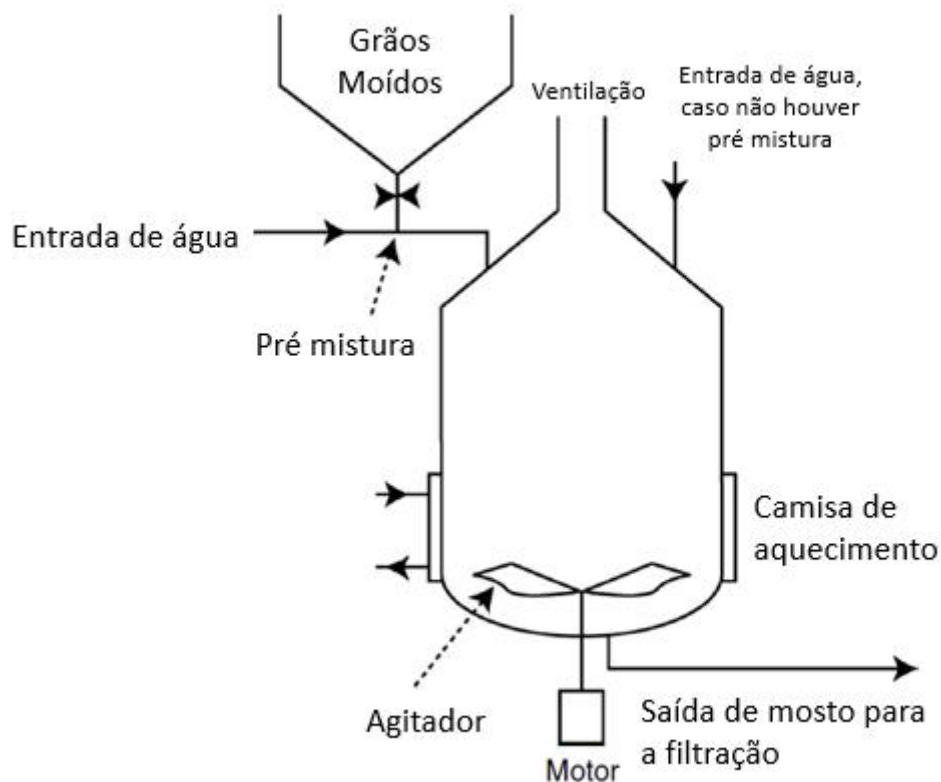
O uso de adjuntos durante a fermentação é frequente, sejam outros cereais maltados (como o trigo) e cereais não-maltados (como cevada, trigo, milho, arroz, centeio). O uso desses adjuntos muda as proporções, principalmente de amido e proteína, presentes na mosturação, por isso, o uso de adjuntos deve ser cuidadoso, pois é necessário ajustar os

tempos de atuação das enzimas de acordo com a quantidade de enzimas e substrato presente, bem como o estilo de cerveja. Por isso, as rampas de aquecimento podem se alterar quando adjuntos são usados, a alteração das rampas gerará diferentes resultados na cerveja (Bamforth, 2003).

4.1.2.1. Mosturação Industrial

Os tanques usados para a mosturação industrial são chamados de tina de mosturação. São cilíndricos, possuem um agitador e camisa de aquecimento, como na Figura 15. No passado, eram feitas de cobre, porém hoje em dia, são feitas de aço inox (Priest e Stewart, 2006).

Figura 4 - Esquema de uma tina de mosturação industrial



Fonte: PRIEST, Fergus G.; STEWART, Graham G. (2006, tradução)

4.1.2.2. *Mosturação Caseira*

Para o processo *All grains*, usa-se uma panela com torneira em baixo que possui um fundo falso ou um filtro cilíndrico que é acoplado na saída entrada da torneira, ambos com o objetivo de impedir a passagem dos grãos, quando a torneira for aberta (Palmer, 2006).

Para o processo BIAB, um saco de pano é colocado no interior da panela, nesse saco de pano coloca-se o malte. Assim o malte entra em contato com a água que passa pelo pano do saco. Em ambos os casos, uma colher de nylon grande o bastante é utilizado para mexer a mistura. O método de produção por extrato não possui essa etapa.

4.1.3. Filtração e Recirculação

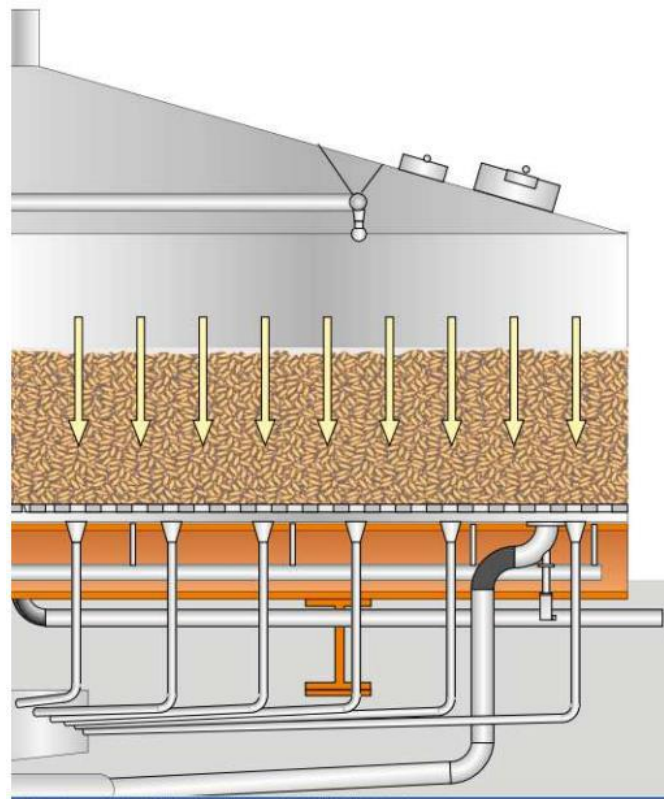
A filtração do mosto ocorre pelas próprias cascas do grão, ao deixar o mosto em repouso, as cascas decantam e formam a “cama de grãos”. Essa cama de malte serve para filtrar o mosto usando a própria casca dos grãos. Por isso, que na etapa de moagem, a casca não pode ser muito moída, pois assim a cama fica mais compacta com espaços entre os grãos menores, o que aumenta o tempo de filtração (Eßlinger, 2009).

Ao mesmo tempo que essa filtração ocorre, o mosto filtrado é introduzido por cima do tanque de forma dispersa para não desmanchar a cama de grãos. Esse processo tem como objetivo clarificar o mosto, visto que ele está sendo filtrado a cada vez que ele passa pelo filtro. Durante esse processo, o nível de mosto pode baixar a ponto de expor a cama de grãos, para que isso não ocorra, é adicionado água quente em forma de spray para aumentar o nível e não expor o grão. A água quente também ajuda a extrair nutrientes que tenham ficado nas cascas e corrigir a quantidade de açúcares (Oliver, 2012).

4.1.3.1. Filtração e Recirculação Industrial

Na indústria, se usava a mesma tina para mosturação e filtração, mas com o passar do tempo, foi visto que usar uma tina para cada processo não só agiliza como melhora a qualidade da bebida. Os tanques de filtração, hoje, possuem um fundo falso para segurar a cama de grãos. A entrada do mosto com os grãos na tina é feita por baixo para facilitar a criação da cama de grãos sobre o fundo falso. Com isso, o mosto sai por baixo, deixando somente a cama de grãos. Alguns tanques possuem facas e pás para poderem abrir a cama de grãos e melhorar o fluxo do mosto. Entrada de água e a reinserção do mosto é feita por sprays que ficam na parte de cima da tina, como ilustrado na Figura 16 (Oliver, 2012). Filtros do tipo prensa pode ser usada para conter algum grão que tenha passado nesse processo (Priest e Stewart, 2006).

Figura 16 – Esquema de tina de filtração



Fonte: MARCONDES, Lúgia (2016)

4.1.3.2. Filtração e Recirculação Caseira

Para o processo *All Grains*, o processo de mosturação, filtração e recirculação ocorrem na mesma panela. Após a mosturação, o fundo falso (ou filtro) impedirá a passagem de grãos pela saída da torneira, que fica na parte de baixo da panela. Ao parar de mexer, a cama de grãos vai sendo formada. Ao abrir a torneira, o mosto sai e é reinscrito pelo topo da panela. Para isso, usa-se outro recipiente para colocar o mosto e reinseri-lo na panela, atentando-se para não expor os grãos. Ao reinscri-lo, deve-se manter o cuidado para não desfazer a cama de grãos, como demonstra na Figura 17. Após o mosto começar a sair claro, para de recircular o mosto e começa a adicionar água quente até a quantidade de açúcares chegar ao esperado pela receita (Palmer, 2006).

Figura 17 – Recirculação caseira no método *All Grains*



Fonte: We Consultoria (2020)

Para o processo BIAB, a retirada do grão do mosto é feita removendo o saco de pano que contém os grãos (Figura 18). Ao fazer isso, o mosto estará já sem grãos na panela. Uma maneira de aproveitar para extrair o que ficou na casca é ter uma panela auxiliar com água quente onde, após escorrer o mosto do saco dentro da panela do mosto, colocar o saco de grãos, assim é possível extrair um pouco mais do que ficou nos grãos. Após a extração, a água da panela auxiliar junta-se ao mosto.

Figura 18 – Filtração caseira no método BIAB



Fonte: Brewbeer (2019)

Para o processo com extratos, o mosto é formado diluindo (extrato líquido) ou solubilizando (extrato seco) o extrato de malte seguindo a receita (Palmer, 2006).

4.1.3. Fervura

O processo de fervura apesar de simples, possui grande importância. Podem durar de 60 a 120 minutos. Dentre os objetivos podemos destacar a esterilização do mosto, evaporação de compostos voláteis (como o DMS, que possui um aroma de milho cozido, porém em grandes quantidades pode gerar gostos indesejáveis), concentração do mosto, inativação das enzimas e coagulação de proteínas e taninos. Outro importante ponto dessa etapa é que nela ocorre a adição do lúpulo. A extração das substâncias dos lúpulos é realizada nessa etapa (Priest e Stewart, 2006; Aquarone, *et al.*, 2008; Oliver, 2012). Podendo o lúpulo ser adicionado a qualquer hora. Quanto antes ele for adicionado, mais dos óleos essenciais são evaporados (saindo do mosto), mais α -ácidos sofrem isomerização e mais β -ácidos são oxidados, contribuindo para o amargor. Contudo, se o lúpulo é adicionado mais próximo do final da fervura, mais óleos essenciais permanecem no mosto, contribuindo para o aroma, porém α -ácidos e β -ácidos permanecem insolúveis e não contribuem para o amargor (Hieronymus, 2012).

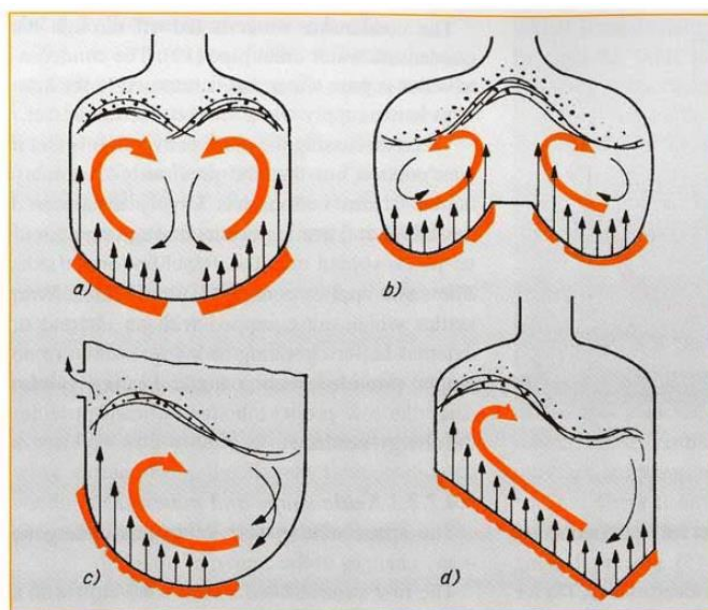
Os compostos coagulados formam o “trub”, resíduo com aspecto semelhante a lodo. O “trub” e o bagaço de lúpulo são removidos no “whirlpool” (do inglês, redemoinho). Esse processo ajuda a reduzir a turbidez e clarificar a cerveja. Assim, o mosto segue para o resfriamento (Aquarone, *et al.*, 2008).

4.1.3.1. Fervura Industrial

O processo de fervura ocorre em um tanque e o mosto passa por um trocador de calor em regime turbulento. Esse trocador de calor pode estar dentro ou fora do tanque. Independentemente da posição do trocador de calor, o mosto aquecido é adicionado de volta ao tanque em forma de spray no topo, o que auxilia a volatilização de compostos (Priest e Stewart, 2006; Oliver, 2012).

Para cervejarias menores, o aquecimento pode ser feito por uma camisa de aquecimento em torno do tanque, já o formato do tanque pode ser variado de tal modo que promova a circulação do mosto, como ilustrado na Figura 19 (Oliver, 2012).

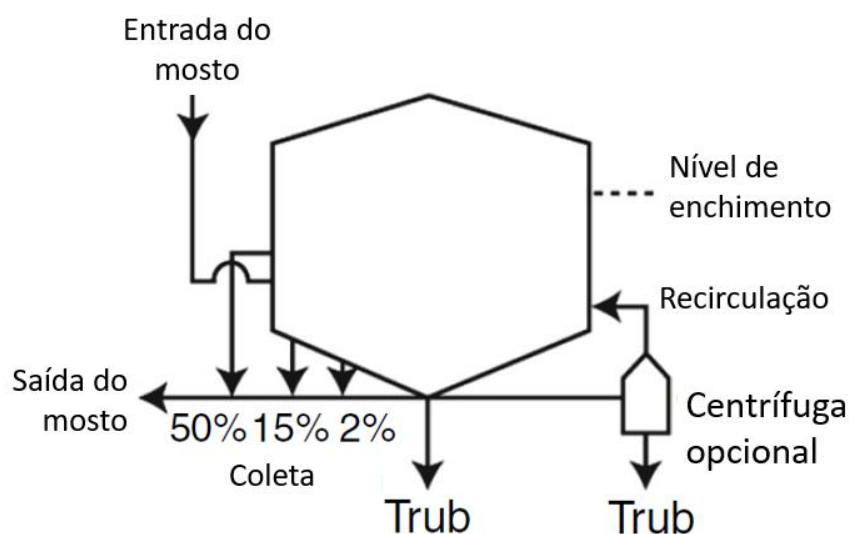
Figura 59 - Exemplos de tanques de fervura com camisa de aquecimento



Fonte: KUNZE, Wolfgang (2004)

Já o tanque onde ocorre o *whirlpool*, é um tanque cilíndrico de fundo cônico onde o mosto entra tangencialmente a parede do tanque (Figura 20), assim o atrito com a parede e a força centrípeta fazem com que o trub e o bagaço de lúpulo decantem no fundo e o mosto é retirado. O que é retirado no fundo pode (ou não) passar por uma centrífuga para recuperar o mosto e ser recirculado para aumentar a eficiência (Priest e Stewart, 2006).

Figura 20 - Layout de tanque de *whirlpool*



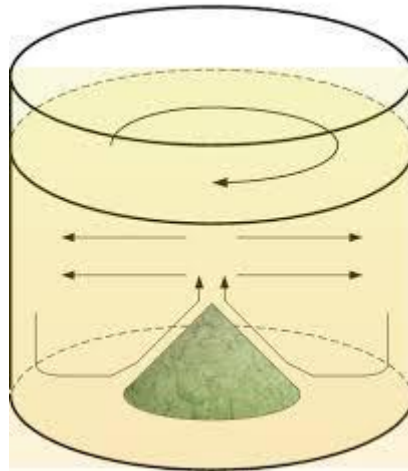
Fonte: PRIEST, Fergus G.; STEWART, Graham G. (2006, tradução)

4.1.3.2. Fervura caseira

No método *All Grains*, o mosto passou pela cama de grãos na panela da mosturação e está na panela da fervura. No método BIAB, a panela da fervura é a mesma da mosturação. No método via extrato, a panela de fervura é a mesma onde o extrato foi adicionado. O processo de fervura caseira ocorre com o aumento do aquecimento da panela (Palmer, 2006). Não é necessário mexer o mosto nessa etapa, pois exista a movimentação natural dada convecção natural.

O lúpulo pode ser adicionado livremente ou dentro de bolsas pequenas, semelhantes ao do processo BIAB, para que seu bagaço seja retirado. É comum que o processo de *whirlpool* não seja feito no método caseiro, porém esse método pode ser realizado mexendo o mosto com a pá em um único sentido (cerca de 2 min) e depois aguardar o acúmulo de sólidos no fundo (de 10 a 20 min), como ilustrado na Figura 21 (Dinslaken, 2016).

Figura 21 – Esquema da movimentação do mosto e acumulo de trub no processo caseiro



Fonte: DINSLAKEN, Daniel (2016)

4.1.4. Resfriamento

Ao sair do processo de *whirlpool*, o mosto ainda estará muito quente, aproximadamente 85 °C, para adicionar a levedura, pois a essa temperatura a levedura não resistiria. Por isso, há a necessidade de resfriar o mosto. Contudo, ao se resfriar o mosto, existem duas consequências: redução da solubilidade de alguns compostos e maior facilidade na contaminação por microrganismos (Bamforth, 2003; Palmer, 2006).

Uma estratégia comum é resfriar o mosto rapidamente, assim, o mesmo passa menos tempo vulnerável a ataques de microrganismos e reações de oxidação. Esse processo de resfriamento rápido provoca o “*cold break*” (do inglês, intervalo frio), que é a coagulação de algumas substâncias que formam uma espécie de névoa que decanta para o fundo do tanque. Em geral, são formadas de 50% de proteínas, 25% de polifenóis e 25% de carboidratos e lipídeos (Oliver, 2012; Palmer, 2006).

4.1.4.1. Resfriamento industrial

O resfriamento do mosto realizado na indústria ocorre por trocadores de calor de placas onde o mosto passa em regime turbulento, pois assim a troca térmica é maior. Esse

é um método barato, rápido e ocupa pouco espaço (Kunze, 2004). O *cold break* pode ou não ser removido. Caso seja removido para aumentar a clarificação e transparência da cerveja, pode ser usado os processos floculação, flotação, centrifugação ou filtração (Bamforth, 2003). Caso não seja removido, ele entra no fermentador o que promove uma fermentação mais intensa e também pontos de nucleação para a formação de bolhas de CO₂ (Priest e Stewart, 2006).

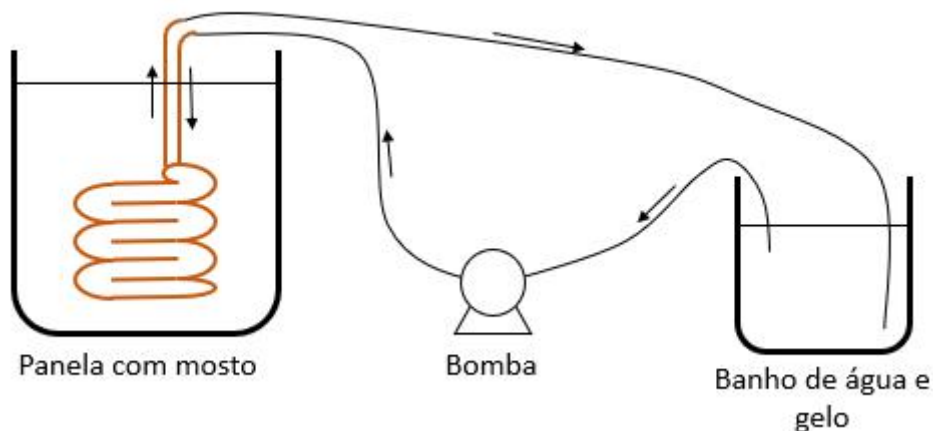
4.1.4.2. Resfriamento Caseiro

O resfriamento caseiro usualmente é feito por dois métodos:

- Banho de água e gelo: onde coloca-se a panela a em um recipiente maior com água e gelo e a troca térmica acontece através das paredes;
- Chiller, normalmente de cobre, alumínio ou inox: onde coloca-se o chiller dentro da panela e passa água dentro do chiller.

O banho de água e gelo não é indicado para grandes volumes, pois a troca térmica ocorre somente nas paredes e na parte de baixo, assim demorando para resfriar o centro (Palmer, 2006). Para evitar o gasto excessivo de água com o chiller, passando água da torneira pelo chiller e jogando-o fora, algumas pessoas usam uma bomba de água pequena (de recirculação, por exemplo) e cria um banho de água e gelo onde a água que entra e sai do chiller é a água do banho (Figura 22). Nesse caso, é necessário manter a água do banho resfriada, pois ela aquecerá rápido com o retorno do chiller.

Figura 22 - Esquema do uso de chiller com banho de água e gelo



Fonte: própria

Geralmente, no processo caseiro, o *cold break* não é removido e vai para o fermentador.

4.2. Processo fermentativo

4.2.1. Aeração

O processo de aeração tem como objetivo dissolver oxigênio no mosto para os processos oxidativos realizados pela levedura, como a respiração. O oxigênio também é usado pela levedura para a produção de ácidos graxos insaturados e ésteres que compõe a membrana celular. Antigamente, o resfriamento do mosto era um processo aberto e a entrada do mosto no fermentador era feita por cima, assim não havia a necessidade de aeração (Aquarone, *et al.*, 2008; Oliver, 2012).

4.2.1.1. Aeração Industrial

A aeração na industrial pode ocorrer com injeção de ar estéril ou oxigênio puro. Essa injeção pode ocorrer antes do trocador de calor, no meio do trocador de calor ou depois do trocador de calor. Caso ocorra antes, com o mosto ainda quente, é possível que

haja oxidação de taninos presentes no mosto e isso causa um escurecimento do mosto, porém a temperatura alta e o regime turbulento ajudam a dissolução do oxigênio. Caso ocorra depois, com o mosto frio, a oxidação de taninos não ocorre porém torna-se mais difícil a absorção de oxigênio no mosto (Aquarone, *et al.*, 2008).

4.2.1.2. Aeração Caseira

A aeração caseira, em geral, é feita de duas maneiras que podem ser feitas ambas, somente uma ou somente a outra. Uma maneira é colocar o recipiente que irá fermentar embaixo da torneira da panela e abrir um pouco a torneira da panela, um fluxo fino de mosto sairá da panela e entrará no mosto, nesse contato com ar que o mosto tem já irá absorver oxigênio (Figura 23). Outro processo é, depois de colocar o mosto no fermentador, fechar o fermentador e mexer vigorosamente para que a o oxigênio seja absorvido. Para garantir a eficácia deste segundo processo, abrir e fechar o fermentador e mexer mais algumas vezes. Como o mosto entra em contato com ar não filtrado, essa etapa possui alto risco de contaminação (Randy, 2013).

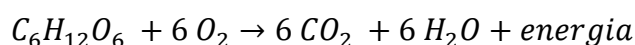
Figura 23 – Esquema de aeração caseira



Fonte: Mestre Cervejeiro (2018)

4.2.2. Fermentação

Inicialmente, as leveduras são introduzidas ao fermentador. Elas começam a consumir glicose, amino ácidos, oxigênio e minerais presentes no mosto e começam a produzir as enzimas para seu crescimento. Nessa fase, a absorção de oxigênio pelas leveduras é muito intensa, pois elas precisam do oxigênio para diversos fatores como produção de esteróis, responsáveis pela impermeabilização das células (White e Zainasheff, 2010). Apesar de ter diversas etapas e compostos, podemos resumir algumas reações com a equação química abaixo (Bamforth, 2003):

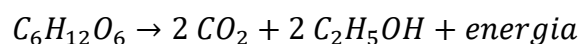


Nesse momento, o etanol é muito pouco produzido, conseqüentemente, a produção de ésteres, que auxiliam no sabor, também é muito pouca (White e Zainasheff, 2010).

Por conta da atividade da levedura nesse momento ser de crescimento dela e não de produção de etanol em si, muitas vezes essas leveduras são colocadas em um meio de cultura semelhante ao do mosto, pois assim, as etapas de adaptação e crescimento se iniciam ainda fora do fermentador. Ao ser adicionada no mosto, a etapa de adaptação será mais curta e ao adicionar as leveduras no mosto, estarão na quantidade adequada. Além da quantidade, parâmetros importantes que precisa se tomar cuidado na adição de levedura no mosto são a vitalidade (quantidade de leveduras vivas) e a atividade das leveduras (Priest e Stewart, 2006).

A temperatura é um fator importante para o bom crescimento e desenvolvimento das leveduras. Cervejas de alta fermentação, ale, fermentam na faixa de 15 a 20 °C e cervejas de baixa fermentação, lager, fermentam na faixa de 6 a 14 °C (Bamforth, 2003). Caso a temperatura permaneça abaixo do esperado, a fermentação pode ser ineficiente e aumentar o custo de produção, caso a temperatura seja maior que o esperado, pode haver formação de produtos secundários prejudiciais a cerveja alterando as características da cerveja (White e Zainasheff, 2010).

Com a concentração de oxigênio muito reduzida e a quantidade de leveduras ativas no mosto já grande, outra série de reações começam a acontecer. Elas podem ser resumidas pela equação abaixo (Bamforth, 2003):



Nesse momento a produção de etanol começa a crescer consideravelmente. Bem como a produção de ésteres. Cervejas podem conter mais de 50 tipos de éteres diferentes (Eßlinger, 2009).

O diacetil é um composto que a levedura excreta naturalmente durante a fermentação e sua presença na cerveja podem deixa-la com um sabor rançoso, como manteiga (Eßlinger, 2009). Para a remoção desse composto, ao final da fermentação, pode-se adicionar um pouco mais de leveduras saudáveis que irão absorver esse composto ou aumentar um pouco a temperatura que as leveduras presentes absorverão o diacetil. As capacidades de produzir e absorver o diacetil variam com a linhagem da levedura. A concentração aceitável de diacetil ao final da fermentação varia conforme o cervejeiro e a receita, mas fica na faixa de 0,01 a 0,1 mg por litro (Bamforth, 2003).

Tipicamente, antes da fermentação, os açúcares extraídos no mosto possuem entre 10 a 11 %m/m para ales e entre 11 e 12 %m/m para lagers. No final da fermentação, esse valor é reduzido para o intervalo entre 2 e 2,5 %m/m para ales e 2,5 a 3 %m/m para lagers. O produto dessa fermentação é conhecido como “cerveja verde” (Aquarone, *et al.*, 2008).

Ao final da fermentação, a temperatura é reduzida (2 a 4 °C), assim a levedura flocula e precipita, facilitando a remoção dela. O objetivo é manter a levedura viva, porém inativa, assim ela pode ser reutilizada em outras etapas da mesma cerveja ou em outras receitas (White e Zainasheff, 2010).

4.2.2.1. Fermentação Industrial

Na indústria, existem dois tipos de fermentadores: abertos e fechados. Os abertos são muito usados no Reino Unido para a produção de ale. Geralmente quadrados, são melhores para fermentações que ocorrem na parte de cima do fermentadores (Figura 24). Contudo, possuem risco de contaminação e risco de criar um ambiente com muito dióxido de carbono, o que é perigoso para os trabalhadores (BAMFORTH, 2003).

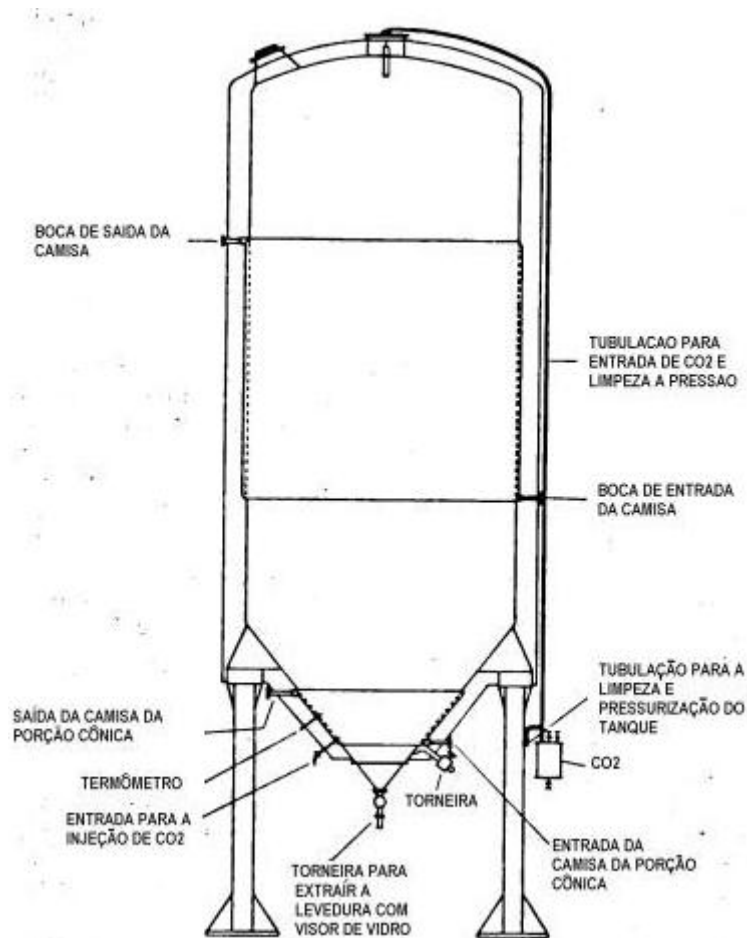
Figura 24 - Fermentador aberto com espuma de fermentação



Fonte: Czech Minibreweries (2020)

Os fermentadores fechados são cilíndricos com bases cônicas. Esse formato ajuda a acumular os particulados na parte de baixo, auxiliando a coleta de leveduras, e juntar o dióxido de carbono produzido na parte de cima, auxiliam a captação do gás produzido (Figura 25). As bolhas de CO₂ produzidas criam um agitação natural que ajuda a intensificar a fermentação, além disso, é mais fácil controlar a temperatura. Esse tipo de fermentador é o mais usado no mundo (Priest e Stewart, 2006).

Figura 25 - Modelo de tanque fechado cilíndrico-cônico



Fonte: PICCINI, Ana Rita; MORESCO, Cristiano; MUNHOS, Larissa (2002)

Uma prática comum na indústria é recuperar o CO₂, já que a sua produção varia de 2 a 2,5 kg/hl de cerveja fermentando, variando com a concentração de açúcar dissolvido e a ação das leveduras. O CO₂ pode ser usado em outras etapas do processo para evitar oxidação da cerveja pós fermentação ou aumentar pressão em tanques e tubulações (Eßlinger, 2009).

4.2.2.2. Fermentação Caseira

A fermentação caseira é realizada, majoritariamente, em recipientes fechados onde permitem a saída do ar, porém não a entrada, conhecido como “*airlock*”. O fato de ser fechada ajuda a evitar contaminação. A válvula usada para a saída de ar é um artifício

usado para evitar o acúmulo de CO₂ e, conseqüentemente, um aumento de pressão, o que pode causar uma explosão no fermentador (Palmer, 2006).

Baldes próprio para alimentos e garrafas de plástico e vidro são muito usados para a fermentação, porém a criatividade dos cervejeiros caseiros pode trazer diversos modelos de recipientes para fermentação (Figura 26) (White e Zainasheff, 2010). Para manter a temperatura de fermentação, usa-se um refrigerador com termostato ou tina com gelo com termômetro, sendo o segundo método mais trabalhoso, pois a necessidade de colocar gelo sempre que a temperatura subir.

Figura 26 - a esquerda, carboy (garrafa de vidro para fermentação) com um airlock e a direita, um balde fermentador com outro modelo de airlock



Fontes: Toronto Brewing (2020), Hopstation (2020)

4.2.3. Maturação

A maturação da cerveja verde é um processo de amadurecimento e refinamento do sabor e aroma da cerveja. Ela pode ficar acondicionada no mesmo tanque da fermentação ou em outro, geralmente em temperaturas mais baixas que as de fermentação. Esse processo tem como objetivo iniciar o processo de clarificação, aumentar a quantidade de CO₂ dissolvido, evitar oxidação da cerveja e melhorar sabor e odor reduzindo a concentração de diacetil. Por isso, pode-se dizer que a concentração de

diacetil durante o processo dá o grau de maturidade da cerveja (Eßlinger, 2009; Aquarone, *et al.*, 2008).

A maturação pode ser feita através de uma fermentação secundária, consiste em uma fermentação mais lenta com temperatura próxima de 0 °C por um período de 2 a 4 semanas. Para que ela seja possível, é necessário que haja de 0,5 a 1,5 %m/m de extrato fermentável e a contagem de leveduras de 2 a 5 10⁶ células/ml (Aquarone, *et al.*, 2008). As leveduras produzem gás carbônico, que permanece dissolvido na cerveja, para isso fermentação secundária deve ser feita em um tanque fechado. Também pode remover alguns sabores como o diacetil e produzir outros como ésteres. Açúcares podem ser adicionados para que haja essa fermentação, isso é chamado de *priming* (Priest e Stewart, 2006; Oliver, 2012).

No Reino Unido, algumas ales mais tradicionais fazem a segunda fermentação dentro dos barris. Na Alemanha, esse procedimento é realizado em lagers, porém é adicionado mosto fermentável, assim reativam as leveduras, reduzindo o diacetil a acetona e aumentando a concentração de CO₂ na cerveja, esse procedimento é chamado de “*kräusenig*” (do alemão, ondulação). A baixas temperaturas, a produção de diacetil pelas enzimas é mais lenta que a sua redução (Oliver, 2012). O *lagering* é um procedimento parecido com a fermentação secundária, porém consiste em manter a cerveja a baixas temperaturas por mais tempo, historicamente pode chegar a 50 dias (Priest e Stewart, 2006).

Por ser um processo longo e demandar baixas temperaturas, a maturação foi se modernizando para que reduzisse o tempo e o custo. Nos Estados Unidos, há cervejarias que fazem a maturação entre 2 e 4 °C por 2 a 4 dias. No Reino Unido, há uma técnica de maturação que consiste em manter, por uma semana, de 12 a 18 °C e, mais uma semana, próximo de 0 °C (Aquarone, *et al.*, 2008). Esse tempo em que a cerveja fica maturando, auxilia na floculação de leveduras ainda mais. Por isso, esse processo auxilia a clarificação da cerveja (Eßlinger, 2009).

4.2.3.1. *Maturação Industrial*

Industrialmente, a maturação pode ocorrer no mesmo tanque da fermentação ou em outro. O uso de um tanque fechado nessa etapa se torna essencial, pois sem isso, não haverá retenção de dióxido de carbono na cerveja. O tanque usado para maturar é o igual ao modelo de tanque fechado de fermentação cilíndrico-cônico (Eßlinger, 2009).

Algumas cervejarias não fazem a segunda fermentação, maturam por pouco tempo (menos de uma semana) a temperaturas próximas de 0 °C e fazem correções de carbonatação, clarificação, sabor e odor com uso de aditivos posteriormente (Priest e Stewart, 2006).

4.2.3.2. *Maturação Caseira*

Na produção caseira, a etapa de maturação pode acontecer de duas maneiras: após a fermentação, transferir a cerveja verde para outro fermentador, deixando os sólidos decantados, e fazer a fermentação secundária; ou estender a fermentação primária e envasar a cerveja em garrafas adicionando o *priming* (Randy, 2013).

4.3. Pós-processamento ou acabamento

4.3.1. Clarificação

Após o período de maturação, a cerveja está mais clara com a sedimentação de leveduras e coloides proteicos. Porém, ainda partículas em suspensão que aumentam a turbidez. O uso de centrífugas nessa etapa pode não ser indicado pois, após a maturação, as leveduras podem estar frágeis e serem autolisadas na centrífuga, o que aumentaria a turbidez. Por isso, esse processo ocorre por meio de filtros (Aquarone, *et al.*, 2008).

Algumas cervejas podem não passar por esse processo, pois, por opção do cervejeiro, a cerveja final possui turbidez, por exemplo cervejas de trigo *hefeweizen* (Oliver, 2012).

4.3.1.1. Clarificação Industrial

Segundo Pimentel (2006), o filtro mais usado na indústria é o filtro com terra diatomácea. A terra acumula nos filtros e forma uma espécie de “torta” (semelhante a cama de grãos). A cerveja permeia a torta deixando em seus espaços os sólidos. A quantidade utilizada de terra diatomácea varia de 130 a 150 g/hl de cerveja.

Para que a torta seja formada, a cerveja (ou água) misturados a terra diatomácea entram no filtro e são recirculados até o líquido sair filtrado, por isso as partículas da terra diatomácea maiores ficam mais próximos do filtro, dificultando algum entupimento. Quando a torta é formada, a cerveja começa a ser filtrada. A cerveja turva entra no filtro misturada com mais terra diatomácea para que a torta continue a crescer (Oliver, 2012).

4.3.1.2. Clarificação Caseira

Esse procedimento não é comumente realizado por cervejeiros caseiros, porém como opção de clarificação, alguns estendem o período de maturação a baixas temperaturas para que tenham o máximo de decantação de leveduras e proteínas e extraem somente o líquido, usando filtros de metal ou deixando parte do material próximo ao fundo. Porém, existe também o uso de agentes clarificantes que são adicionados a cerveja após a fermentação que aumenta a precipitação de proteínas (Palmer, 2006).

4.3.2. Estabilização

Esse passo visa estabilizar a cerveja a ponto de seu gosto não mudar após seu envase. Dois principais compostos que requerem ser atenção são o SO₂ e o oxigênio. O SO₂, na forma de íon bissulfito (HSO₃⁻), reage com oxigênio e aldeídos removendo-os da cerveja. O dióxido de enxofre é produzido naturalmente durante a fermentação. Já o oxigênio pode oxidar compostos, mesmo depois de estar dentro da garrafa, e alterar seus sabores. Outra estabilização necessária é a estabilização biológica que tem como objetivo

evitar alterações na cerveja por microrganismos, como bactérias e leveduras. Estes podem produzir compostos de gostos indesejáveis, como ácido lático (Priest e Stewart, 2006).

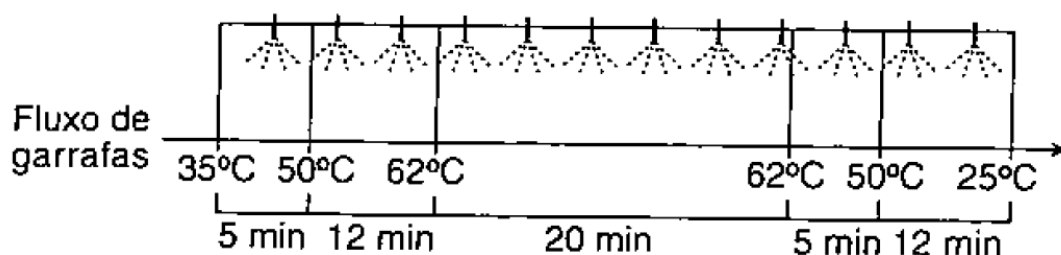
4.3.2.1. Estabilização Industrial

Caso a quantidade de dióxido de enxofre não seja suficiente, metabissulfito de potássio ou formas de ácido ascórbico podem ser adicionadas após a fermentação para aumentar a quantidade de antioxidantes. Já para evitar o contato da cerveja com o oxigênio após a fermentação, onde a levedura o remove todo, dióxido de carbono é adicionada nas linhas de produção, tanques e garrafas para envase (Priest e Stewart, 2006).

Para estabilização biológica, pode-se filtrar a cerveja com uma porosidade $<0,45 \mu\text{m}$ (Oliver, 2012). Outro processo usado é a pasteurização, ele pode ocorrer antes ou depois da cerveja ser envasada. Sendo antes, a cerveja atinge, por alguns segundos, 75°C e, para evitar a formação de bolhas, a cerveja entra no trocador de calor a uma pressão que varia de 7,5 a 10 bar e sai entre 1 a 5 bar (Aquarone, *et al.*, 2008).

Se for pasteurização for após o envase, ocorre em túnel, onde a cerveja envasada passa por diversas saídas de água quente onde a temperatura varia de acordo com o intervalo de tempo (Figura 27). Esse é o método mais comum de pasteurização de garrafas e latas no Brasil (Aquarone, *et al.*, 2008).

Figura 27 - Pasteurização em túnel



Fonte: AQUARONE, Eugênio *et al.* (2008)

No Brasil, a cerveja precisa passar que não passa pelo processo de pasteurização recebe o nome de chope ou chopp (BRASIL, 2019).

4.3.2.2. Estabilização Caseira

Na produção caseira, o cuidado com a exposição ao oxigênio pode ser percebido em dois procedimentos: primeiro, o envase com uma mangueira que vai até o fundo da garrafa (ou barril) e o enchimento se dá pelo seu fundo (Randy, 2013); segundo, como não ocorre o processo de clarificação com filtros, leveduras ainda estão presentes na cerveja no momento do envase, então, ao envasar a levedura dentro da garrafa (ou barril) irá absorver o oxigênio presente no ar do interior da garrafa.

4.3.3. Carbonatação e Envase

A carbonatação é a dissolução de gás carbônico na cerveja para que ela tenha o gás da espuma. Como visto anteriormente, esse processo pode acontecer de forma natural pelo próprio metabolismo da levedura. Contudo, a quantidade de gás dissolvido pode não ter atingido o patamar esperado para a cerveja, patamar esse que pode variar com cada estilo. Por isso, pode-se usar métodos mecânicos para que a carbonatação ocorra (Aquarone, *et al.*, 2008).

Mistura de nitrogênio com gás carbônico também pode ser utilizado para dar gás a cerveja. Essa mistura produz bolhas menores e espuma mais resistente, devido a composição ser mais próxima da composição do ar. Assim, a espuma pode ser mais cremosa alterando a experiência ao beber a cerveja. Além do aumento do custo, o uso de nitrogênio pode reduzir o amargor, pois ajuda na volatilização de compostos do lúpulo.

O envase da cerveja pode ser realizado em diferentes recipientes, como barris, latas de alumínio, garrafas de vidro ou PET (Eßlinger, 2009). Cada uma possui uma característica e podem variar de tamanho. A escolha do recipiente deve levar em conta o desejo do consumidor, como algumas cervejarias pequenas no Reino Unido vendem apenas em barris para pubs, já que a maior parte da cerveja é consumida em barris (80%), já nos Estados Unidos é mais consumido em garrafas e latas (Aquarone, *et al.*, 2008).

4.3.3.1. Carbonatação e Envase Industrial

Na indústria, é comum a carbonatação mecânica, dióxido de carbono, seja o absorvido durante a fermentação ou de fontes externas, é borbulhado por um difusor que gera pequenas bolhas (10 a 100 μm de diâmetro) na linha de saída da filtração. Outro método é o borbulhamento nos tanques de envase, onde um difusor é colocado na base do tanque e borbulha dióxido de carbono até a cerveja atingir uma contrapressão determinada (Aquarone, *et al.*, 2008).

O envase em garrafas de vidro inicia-se fazendo vácuo na garrafa para retirada do ar e, depois, é injetando CO_2 na garrafa ainda vazia, a pressurizando. Após a pressurização, a cerveja entra na garrafa por um tubo longo, assim o enchimento é realizado a partir do fundo da garrafa. Outra alternativa ao tubo longo é o uso de um tubo curto, que insere a cerveja em regime laminar pelas paredes da garrafa. Logo após o enchimento, a garrafa é selada com uma tampa metálica. Após isso, inspeções com sensores é realizada na linha para avaliar se as garrafas estão cheias dentro da tolerância permitida (Priest e Stewart, 2006).

O envase em latas é um pouco diferente da garrafa, pois a lata não suporta o vácuo inicial. Uma câmara separa previamente o volume a ser enchido, pois uma variação de diâmetro pequena na lata, resulta em uma diferença significativa de volume dentro da lata. A tolerância de variação de diâmetro é de $\pm 0,15$ mm, isso significa 1 ml em volume. Depois, a cerveja é introduzida na lata pelas paredes sem turbulência. Enquanto a cerveja desce pela lata, a pressão no interior da lata é ajustada até atingir o enchimento. Após o enchimento, a lata é selada (Eßlinger, 2009).

O enchimento em barris é mais simples que latas e garrafas. Depois de uma limpeza externa e interna dos barris (garrafas retornáveis também possuem essa etapa), os barris recebem uma purga de CO_2 , e depois, são enchidos. Após o enchimento, os barris são pesados para garantir que a quantidade de cerveja no interior é a correta (Bamforth, 2003).

4.3.3.2. Carbonatação e Envase Caseiro

A carbonatação caseira ocorre no momento do envase. Como ainda há leveduras ativas presentes na cerveja, antes de engarrafar adiciona-se o *priming* (fonte de açúcares fermentáveis para produção de dióxido de carbono) de acordo com o volume de cerveja e a quantidade de gás pretendida. Pode-se tanto adicionar o açúcar diretamente na cerveja ou dissolvê-lo em um pouco de água antes de adicionar. As leveduras irão consumir o açúcar recém adicionado e produzir o gás (Palmer, 2006).

O envase em garrafas é bem simples. A garrafa é enchida com um tubo longo a partir do fundo, ou com um tubo curto (ou usando pela própria torneira) deixando a cerveja escorrer pela parede. Como não há vácuo ou pressurização com CO₂, desses dois modos, evita-se um aumento da superfície de contato com o ar ou uma turbulência ao encher que iriam aumentar a absorção de oxigênio pela cerveja. Após o enchimento, é colocada a tampa metálica. Deve-se acondicionar as garrafas por pelo menos uma semana, protegendo-a do sol e de temperaturas altas (Palmer, 2006).

Alguns cervejeiros caseiros preferem envasar suas cervejas em barris, pois o trabalho de sanitizar, encher e fechar garrafas pode ser reduzido utilizando um barril. Uma produção de 30 l, por exemplo, precisa de 50 garrafas de 600 ml ou 100 garrafas de 300 ml ou apenas um barril de 30 l. Outro ponto é a ausência do *priming* ao envasar em barris. Os barris são enchidos com mangueiras que enchem a partir do fundo, depois de encher, colocar CO₂ dentro do barril com a válvula de alívio aberta, isso fará com que o CO₂ purgue o ar. Após isso, feche a válvula de alívio e aumente a pressão do interior do barril para carbonatação, a pressão vai variar com a temperatura e o estilo de cerveja. Manter o barril refrigerado por uma a duas horas já será suficiente para a cerveja carbonatar (Randy, 2013; Karnowski, 2018).

5. ANÁLISE DE INSUMOS

Como visto, a produção de cerveja artesanal brasileira usa insumos nacionais para criar uma identidade própria para a cerveja. Esses insumos podem ser usados de formas

variadas, seja substituindo malte ou lúpulo, ou adicionando um sabor diferente para tornar o sabor e o aroma da cerveja mais atraente ao consumidor.

5.1. Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta tipicamente tropical, sendo muito popular no Brasil, pode receber outros nomes como aipim e macaxeira. Sua raiz é usada na culinária brasileira de diversas formas, dentre eles: farinha, fécula, polvilho, tapioca ou a própria raiz em si (Santana, 2007; EMBRAPA, 2006).

A mandioca já é usada o Brasil para fabricação de cerveja como adjunto cervejeiro, isso é, ela pode substituir parcialmente o malte. Tal como, a Caium, da cervejaria Colorado, a Magnífica (MA), Nossa (PE) e a Legítima (CE) da AmBev. Sendo a primeira, uma cerveja artesanal de âmbito nacional. Já as outras são produções locais que possuem além da mandioca e do malte, o milho (AMBEV, 2020).

Segundo Santana (2007), pelo seu alto teor de amido (acima de 80%), a fécula ou a farinha tornam-se boas fontes de amidos. Porém, para serem utilizados na produção de etanol, é necessária a hidrólise desse amido e, na cerveja, a hidrólise é realizada pelas enzimas do malte.

O uso de enzimas (amilases) provenientes de malte de cevada e trigo é possível. Sendo o malte adicionado ao mosto após a prévia gelatinização do amido da mandioca. A eficiência na conversão do amido em açúcares fermentados pode chegar a 93,18% com malte de cevada e 82,83% com malte de trigo, sendo a proporção em massa de fécula de mandioca para malte de 12:1,5 (Santana, 2007).

Contudo, segundo a Instrução Normativa N° 65 de 10 de dezembro de 2019, a quantidade de adjunto cervejeiro (fonte de açúcares fermentáveis para conversão em etanol) não pode ultrapassar 45% em peso e 25% em peso do açúcar dissolvido. Sendo assim, uma quantidade maior de malte em relação a mandioca se comparado com o experimento, conseqüentemente maior quantidade de enzimas, o que aumenta a capacidade de conversão do amido de mandioca em açúcares fermentáveis pelo malte facilitando o uso da mandioca na produção de cerveja.

Segundo Galvão, Ribeiro e Pompêu (2019), a fermentação do mosto misto de mandioca com malte ocorre bem similar à fermentação de um mosto puro malte. A fermentação que durou 140 horas apresentou perfis similares, com as fases de crescimento no número de leveduras, manutenção e morte celular. Logo as adaptações para a que uma cervejaria que já faça cerveja com mosto misto ao invés do mosto puro malte são mínimas.

5.2. Rapadura

A rapadura é um produto concentrado do caldo da cana. Sua produção é mais concentrada no Nordeste, onde é mais consumido e possui maior tradição no consumo (Lima e Cavalcanti, 2001). Também é no Nordeste onde possui a cervejaria Brutos (BA), essa cervejaria inclui rapadura em todas suas cervejas (Brutos Beer, 2020). Outras cervejarias também fazem cerveja com rapadura, como a Colorado, que fez uma IPA de nome Indica, uma Imperial Stout de nome Ithaca e uma Russian Imperial Stout de nome Guanabara (AMBEV, 2020). A cervejaria Vàiik produziu uma Outmeal Stout usando rapadura (Vaik, 2019). A cervejaria Black Princess também produziu uma cerveja com rapadura, de nome Tião Bock, uma homenagem ao Nordeste (Black Princess, 2019). Outra cervejaria que criou uma receita com rapadura também em homenagem ao Nordeste é a cervejaria Monstro com a cerveja Arretado! que é uma Dubbel (Cerveja Monstro, 2013).

O uso de açúcar em cervejas não é algo novo. Isso já é feito em alguns estilos, principalmente belgas. Contudo, o açúcar usado geralmente é o “*candy sugar*” (açúcar feito da beterraba). O uso da rapadura na cerveja não convencional, porém, pela sua similaridade em relação à disponibilidade de açúcares fermentáveis (99% a 100%), o seu uso se torna similar ao do *candy sugar* que já conhecido dos cervejeiros (Costa, 2017). Apesar da similaridade, a troca traz uma maior identidade brasileira na receita. Por ser uma fonte de açúcares fermentáveis, a rapadura é adicionada na cerveja com um adjunto, substituindo (ou adicionando) os açúcares do malte.

Costa (2017), em seu experimento, substituiu a adição de *candy sugar* por rapadura na produção de uma Belgian Blonde Ale. A adição dos açúcares foi realizada

após a fervura. Esses açúcares não possuem a necessidade de conversão para açúcares fermentáveis, pois eles já são fermentáveis.

Comparando o uso dos dois açúcares, o mosto de ambas as cervejas possuíram os mesmos maltes e lúpulos na mesma proporção e com a mesma quantidade de água, porém adicionados de 0,35 g de rapadura contra 0,45 g de *candy sugar*. Apesar de estar em menor quantidade, a cerveja com rapadura conseguiu atingir o teor alcoólico de 7,2%ABV contra 7,0%ABV do *candy sugar* (COSTA, 2017).

5.3. Jabuticaba

A jabuticaba (*Myrciaria cauliflora Berg*) é uma das plantas brasileiras mais conhecidas no país, apesar de sua origem ser de Minas Gerais, é possível encontrar sua fruta em todas as regiões do país (Nunes, *et al.*, 2014). Pela sua popularidade, ela também é explorada em receitas de mestres cervejeiros, como a Quintal Jabuticaba, uma Catharina Sour (estilo brasileiro) da cervejaria Antuérpia (Antuérpia, 2020). A Lohn Bier também fez uma Catharina Sour usando jabuticaba, apesar do uso dessa fruta não ser obrigatório para o estilo (Lohn Bier, 2019). Outras cervejarias também fizeram como a colaboração das cervejarias Cathedral e Suinga que produziram a Jabuticabeats (Cervejaria Cathedral, 2020). Outras cervejarias produziram com adição de jabuticaba em edições limitadas como o caso da Bohemia (Jabutipa), Tarantino (Rabo de Águia), Blondine (Tropical Jabuticaba) e Cigana (Jaboticabal) (Untappd, 2020).

A jabuticaba também é conhecida por ser matéria-prima de vinhos e licores, pois possui altas quantidades de açúcares. A variedade Sabará, a mais comum no Brasil, possui, em 100 g de massa seca, 32,96 g de frutose, 26,40 g de glicose e 11,69 g de sacarose (Nunes, *et al.*, 2014; Imaizumi, 2019). O que a torna uma potencial fonte de açúcar fermentável juntamente com o malte.

Segundo o experimento de Imaizumi (2019), produziu uma receita de fruit beer onde a jabuticaba foi adicionada nas etapas de fervura, fermentação ou maturação, dando origem a três cervejas. A cerveja adicionada de jabuticaba na etapa de fervura obteve maior turbidez, já os outros parâmetros permanecem muito próximos, indicando que,

exceto a turbidez, as características não apresentam mudanças significativas com a variação da etapa de adição.

Na análise sensorial, a avaliação global da cerveja foi maior na cerveja com adição na maturação. As outras duas cervejas (fervura e fermentação), assim como a cerveja sem adição de jabuticaba, obtiveram avaliação semelhantes, porém inferiores, a adicionada na etapa de maturação (Imaizumi, 2019).

O uso da jabuticaba como adjunto cervejeiro para substituição parcial do açúcar fermentável pode ser feito devido seu alto teor de açúcar. Contudo, seu sabor agridoce permanece na cerveja. Seu uso deve ser dosado para seu sabor e aroma entrarem em equilíbrio com os sabores e aromas do malte e lúpulo (Nunes, *et al.*, 2014; Imaizumi, 2019).

5.4. Maracujá

O maracujá (*Passiflora edulis VAR. flavicarpa*) é uma planta de clima tropical que é produzida em todo território nacional. Sua origem é, provavelmente brasileira, porém encontra-se produção no Peru, Venezuela, África do Sul, Sri Lanka, Austrália, entre outros. Seu consumo em geral é *in natura* ou na forma de suco. O maracujá possui, em base úmida, 16,39% de carboidratos, 0,95% de proteína e 80% de umidade e pH de 3,43 (Sandi, *et al.*, 2003; EMBRAPA, 2020; Viana, Costa e Celestino, 2016).

Devido a sua popularidade e ao sabor marcante, levemente azedo, é que seu uso na cerveja já é feito por algumas cervejarias, diferente dos insumos anteriores que serviam como fonte de açúcares fermentáveis. Alguns exemplos são a MaracujIPA, uma IPA com adição de maracujá da cervejaria 2 Cabeças (2 Cabeças, 2020); uma Weiss de nome Maracujá, que leva a adição da fruta, da cervejaria Tupiniquim (Tupiniquim, 2020); uma American IPA da Baden Baden que faz a adição do suco do maracujá (Baden Baden, 2020); uma Fruit Beer da cervejaria Verace de nome Maracutaia (Verace, 2020). Seu sabor também é lembrado pelo uso de alguns lúpulos com gosto cítrico e frutado que se assemelha ao da fruta, como os lúpulos Citra, Galaxy e Nelson Sauvin (Acerva Petrópolis, 2018).

O uso do maracujá na cerveja é feito para a composição do gosto apenas e não com o intuito de fornecer novos açúcares fermentáveis. Com isso, Barbosa (2016), em seu experimento, fez adição de polpa de maracujá antes da fermentação e antes da maturação, podendo assim comparar o efeito dessas adições na cerveja final.

Apesar das diferenças, a análise físico-química não apontou grandes diferenças em relação ao pH, acidez total, sólidos solúveis açúcares redutores, compostos fenólicos e teor alcoólico, quando comparado as cervejas em seu estado final. Porém, em seu estudo, é citado gosto mais pronunciado de maracujá e maior carbonatação na cerveja, que teve a adição da polpa antes da maturação (Barbosa, 2016).

Sorbo (2017) comparou a quantidade de polpa de maracujá adicionada antes da maturação. Quanto maior a quantidade de maracujá adicionado, menor o pH e maior a acidez total na cerveja. Outro ponto percebido é uma menor quantidade de álcool na cerveja com maior concentração de maracujá, pois a redução do pH pelo maracujá afastou o pH da cerveja do pH ótimo de ação da levedura, assim a cerveja com maior concentração de maracujá teve uma menor fermentação no processo de maturação.

A adição de maracujá auxiliou também numa maior quantidade de proteínas na cerveja, sendo a fruta uma excelente fonte de proteínas para a cerveja. A quantidade de antioxidante e fenóis foi maior com a maior concentração de polpa de maracujá. Na análise sensorial, isso se refletiu dando a cerveja com maior teor de maracujá uma avaliação maior no quesito aroma, entretanto no quesito avaliação geral foi ligeiramente inferior a cerveja sem a adição da fruta (Sorbo, 2017).

O uso do maracujá é benéfico, pois seu aroma e sabor são bem recebidos pelo consumidor. Porém, o uso do maracujá reduz o pH e podendo prejudicar a ação da levedura, por isso, seu uso deve ser não pode ser excessivo.

5.5. Cacau

O cacau (*Theobroma cacao L*) é um fruto popular por ser a principal matéria-prima para o chocolate. Apesar de ser nativo da Amazônia, onde há uma grande produção no Pará, sua produção também é forte na Bahia, fora da região amazônica. O uso de suas sementes para a produção de produtos não se restringe ao chocolate, também é usado para

produção de licores, achocolatados e a manteiga de cacau (Cohen e Jackix, 2004; Efraim, *et al.*, 2010).

Seu uso na cerveja também é bem popular. Dentre as diversas que existem, podemos citar: a Cacau IPA que segue o estilo American IPA com adição de cacau e a Wee Cacau que segue o estilo Scottish Ale com a adição do fruto, ambas da cervejaria Bodebrown (Bodebrown, 2020); uma Imperial Stout com cacau chamada Petroleum da cervejaria Wäls (AMBEV, 2020); uma Fruit Beer com cacau, baunilha e framboesa de nome de Manjolo Floresta Negra da cervejaria Tupiniquim (Tupiniquim, 2020); uma Russian Imperial Stout com cacau e baunilha chamada de Cioccolato da cervejaria Noi (Noi, 2020).

Machado (2017) realizou o experimento adicionando nibs (partículas de 5 a 10 mm) de cacau torrado na produção de cerveja. As adições foram na mosturação, fervura, fermentação e maturação, dando origem a cinco produtos (um para cada adição e mais o controle – sem adição). Foi realizado adição de até 2% de cacau na cerveja, pois acima disso a cerveja apresenta aroma rançoso, provavelmente relacionado ao alto teor de gordura do cacau (45,08 g de gordura em 100 g de cacau torrado).

O uso do cacau em qualquer umas das etapas deixou a cerveja escura, sendo a mais escura a cerveja que teve adição na maturação. A cerveja com a substituição do lúpulo de amargor pelo cacau foi a que obteve o menor percentual de amargor. Na análise sensorial, foi possível notar que a substituição do lúpulo de amargor pelo cacau teve impacto positivo, sendo esse o melhor dos produtos obtidos (Machado, 2017).

O uso exagerado de cacau na cerveja pode ser prejudicial, 8 g de amêndoas de cacau por litro de cerveja pode ter resultados negativos, tais como a não formação de espuma devido a alta quantidade de lipídeos que rompem a tensão das bolhas da espuma (Silva, *et al.*, 2018).

5.6. Cajá

O cajá (*Spondias mombin L.*), como é chamado no Nordeste, pode ser chamado de taperebá na Amazônia. A cajazeira, planta que fornece o fruto do cajá, é de clima

tropical e presente em todo território nacional. Sua polpa possui alta quantidade de compostos fenólicos e antioxidantes (Pinto, *et al.*, 2003; Aniceto, 2017).

O cajá é também usado na indústria cervejeira, sendo algumas cervejas homenagens à pessoas ou à cultura nordestina, como no caso da cerveja Tropicana da cervejaria Colorado, lançada em edição limitada para homenagear Alceu Valença, elaborado com umbu e cajá (Revista Beer Art, 2019). Como exemplo ainda existe a Salar Uyuni Gose com cajá e caju da cervejaria Perro Libre (Perro Libre, 2020); a Taperebá Witbier da Amazon Beer (Cerevesia, 2012); a Bad Company da cervejaria Heroica, uma Witbier com cajá e tapioca (Revista da Cerveja, 2019); e a Taperabá Brasilien Weisse, uma Berliner Weiss da cervejaria RockBird (Rockbird, 2017).

Muniz, *et al.* (2014), em seu experimento, produziu uma cerveja do estilo Pilsen com adição de suco de cajá como adjunto cervejeiro. Pela sua análise sensorial, a cerveja, que possuía teor alcoólico de 5,51% v/v, recebeu 85% de aprovação (somados a avaliação entre “gostei” e “gostei muitíssimo”) e 87% dos provadores afirmaram possuir intenção de compra da cerveja em questão (somados a avaliação entre “compraria” e “certamente compraria”).

5.7. Umbu

O umbu (*Spondias tuberosa Arruda Câmara*) é o fruto do umbuzeiro, árvore resistente a seca. Essa planta é típica do sertão brasileiro. A fruta pode ser consumida *in natura* ou na forma de suco, refresco, doce, sorvete, licor, xarope ou a fruta cristalizada (Bastos, Martinez e Souza, 2016).

O umbu é utilizado em algumas cervejarias, como a Tropicana que possui umbu e cajá da Colorado (Revista Beer Art, 2019), a Saison Umbu da Experimento Beer em parceria com a COOPERCUC (Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá) (COOPERCUC, 2015), a Umbu Brasilien Weisse, uma Berliner Weiss da cervejaria RockBird (Rockbird, 2017).

Milagres (2019) avaliou sensorialmente uma Saison com adição de suco de umbu com duas concentrações. As adições foram realizadas antes da maturação, sendo 10% e 20% da massa do malte utilizado. O teor alcoólico das duas cervejas foi o mesmo. A

cerveja com 10% de umbu ficou mais clara (entre 10 e 28 EBC), já a com 20% ficou mais escura (entre 30 e 44 EBC). Na análise sensorial, foi possível verificar que as duas cervejas tiveram boa aceitação e receberam notas muito próximas em todos os quesitos (aparência, aroma, sabor, geral e intenção de compra).

5.8. Outros

Alguns insumos tipicamente brasileiros são usados em menor escala. Contudo, com o crescente número de criações, esses produtos podem aparecer cada vez mais nas cervejas.

5.8.1. Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale, L.*) é uma árvore possui um fruto, que é a castanha de caju, e um pseudo fruto, polpa carnuda rica em vitamina C é tão consumido quanto a castanha ou até mais. Muito tradicional no Nordeste, porém espalhado em todo Brasil (Lima, García e Lima, 2004).

Algumas cervejas possuem caju na sua formulação, como a Nassau da Colorado (AMBEV, 2020), a Saison de Caju da Tupiniquim (Tupiniquim, 2020) e a Salar Uyuni Gose com cajá e caju da cervejaria Perro Libre (Perro Libre, 2020). Contudo, a castanha também já foi usada para produção de cerveja como no caso da Öktö da Colorado (Revista Beer Art, 2018).

Araújo (2019) produziu uma cerveja artesanal com caju. Foi feita a adição da polpa faltando 10 min para o fim da fervura, sendo adicionado 1,2 kg de polpa em infusor de pano. A quantidade de água adicionado ao mosto foi de 18 L e 3 kg de malte. Com essas proporções, a análise sensorial apontou índice de aceitação do sabor de 76,9% e do aroma de 82,4%. Já a percepção da fruta ficou em 74%. A aceitação geral ficou em 79,3%, mostrando que a adição do caju à cerveja é atrativa.

5.8.2. Erva-Mate

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma planta da região subtropical usada para produção de chimarrão e chá. Usada inicialmente pelos índios, costume que passou para os colonos e permanece até hoje. Os estados quem mais consomem a erva para chimarrão são Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, respectivamente. Já o consumo de chá mate é mais consumido no estado do Rio de Janeiro, seguido de São Paulo (Rigo, *et al.*, 2016).

Devido sua importância cultural, sua presença é marcante em eventos sociais e seu uso empregado em outras atividades, como seu uso na cerveja. Para isso temos alguns exemplos como a Ilex, uma Herb Beer produzida com erva-mate pela cervejaria Dado Bier (Dado Bier, 2019), a Praia do Rosa, uma Cream Ale com adição da erva da cervejaria Imbé (Imbé, 2020) e a Ka'a, cerveja com adição da erva-mate produzida pela cervejaria Babel (Babel, 2020).

Oliveira, Faber e Oviedo (2017) avaliaram a possível substituição parcial da erva-mate no lugar do lúpulo de amargor. As substituições variaram de 11,11% a 66,67%. A cerveja foi classificada como Puro Malte e de alta fermentação. Não houve variação significativa nos quesitos avaliados (teor alcoólico, acidez total, pH, extrato real, extrato primitivo e grau de fermentação) comparando as diferentes quantidades substituídas e o controle. Permitindo, assim, o uso da erva-mate como alternativa mais econômica que o lúpulo.

Miranda (2017), em seu experimento, avaliou a diferença na adição da erva-mate com camomila e chocolate. Adição de cada um dos componentes foi feita através de um chá antes da fermentação. O experimento foi realizado nos estilos Blonde Ale e English Pale Ale. Para ambos os estilos, o resultado foi semelhante, nas características sabor, cor e densidade a cerveja com adição de erva-mate foi mais intensa que as demais, porém no aroma essa intensidade não foi tão aguda.

5.8.3. Pimenta Rosa

A pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius*) é um pequeno fruto avermelhado de uma árvore conhecida como aroeira. Possui presença em todo território nacional e muito popular, pois possui propriedade antimicrobiana (Carvalho, *et al.*, 2016).

O uso de pimenta rosa na cerveja se deu pela sua popularidade. A Dama Bier produziu uma Catharina Sour utilizando maracujá e pimenta rosa (Dama Bier, 2020), a Tupiniquim produziu uma Imperial Stout com pimenta malagueta e pimenta rosa (Tupiniquim, 2020), já a cervejaria Cais produziu a Canal 3, uma Witbier com pimenta rosa (Cais, 2019).

Muitos experimentos são feitos estudando o comportamento e a viabilidade da pimenta rosa na cerveja. Leal (2017) produziu uma IPA com tangerina, pimenta rosa e pimenta malagueta. Os aditivos foram adicionados no início da fervura, que durou 90 min. A cerveja produzida apresentou um gosto adstringente, devido ao uso da tangerina, em equilíbrio com o lúpulo e sabor picante realçado, devido a presença das pimentas.

Barros (2019) produziu uma Saison com casca de limão siciliano e pimenta rosa. Foram adicionados 0,5 g/L de cada ingrediente faltando 5 min para o final da fervura. A cerveja final apresentou alta concentração de componentes fenólicos, contudo o teor de sólidos solúveis ficou abaixo do intervalo permitido pela legislação, provavelmente devido ao uso dos aditivos somado a quantidade de lúpulo.

Dias (2018) comparou a atividade microbiana do lúpulo com a da pimenta rosa e concluiu que a pimenta rosa é um bom substituto para o lúpulo, pois apresentou atividade antibacteriana em *Lactobacilos* (Gram positivo), mas não apresentou atividade frente a *Saccharomyces cerevisiae*.

É possível notar que a pimenta rosa foi empregada em diferentes estilos, sendo ela uma especiaria versátil na elaboração de uma cerveja artesanal. Seu uso não se restringe apenas a adição na fervura, podendo ser adicionado em outras etapas, como antes da fermentação ou maturação, como exemplos.

5.8.4. Guaraná

O guaraná (*Paullinia cupana*) é um fruto, quase exclusivamente produzido no Brasil, que quando maduros se abre expondo sua semente e polpa. Possui uma casca avermelhada, de semente castanho-escuro e polpa branca. O guaraná comercial é produzido utilizando somente a semente. Cerca de 70% de toda a produção nacional é vendida em forma de xarope para a produção de bebidas, em especial refrigerantes (Antunes, 2011).

Apesar do massivo uso de guaraná na indústria de bebidas, seu uso na produção de cerveja é pontual. Tendo como exemplo a Catharina Sour Guaraná da cervejaria Lohn Bier (Lohn Bier, 2019) e a Göttlich, Divina! nos estilos Weiss e Pilsen da OPA Bier (Revista Beer Art, 2018).

Farias, *et al.* (2020) produziu uma cerveja do tipo Pilsen usando casca do guaraná, substituindo em proporção de 10%, 20%, 30% e 40%. Apesar das diferenças de quantidade, na análise sensorial, não houve diferenças nos resultados quanto a cor, amargor, aroma e sabor, tendo o atributo de sabor mais acentuado sendo o amargo. Contudo, 35% dos provadores optaram pela cerveja com 10% de substituição, 28% pela cerveja de 40% de substituição, 20% pela de 20% de substituição e 18% a de 30% de substituição.

5.8.5. Pinhão

O pinhão é a semente da *Araucaria angustifolia*, espécie de planta encontrada na América do Sul. Essa semente possui casca de coloração marrom avermelhada e polpa comestível. O pinhão cru possui cerca de 67% de carboidrato (em massa seca), sendo assim uma fonte energética (Capella, Penteado e Balbi, 2009).

O pinhão é usado na culinária brasileira, seja a semente cozida ou o uso de sua farinha. O uso do pinhão em cervejas ainda é pequeno, como exemplo existe a cerveja Pinhão da cervejaria Campos do Jordão (Cerveja Campos do Jordão, 2018) e, da cervejaria Insana, a cerveja Insana Pinhão. O pinhão acrescenta a cerveja um traço de caramelo, ameixas, amadeirado, um aquecimento alcoólico (Pereira, *et al.*, 2018).

Jorge (2018) comparou a farinha do pinhão com o malte de cevada. A farinha do pinhão cru possui menos proteínas e lipídeos que o malte de cevada, porém valores próximos de fibras totais e amido. A farinha do pinhão germinada possui menos fibras totais e amido, porém quantidades similares de proteínas e lipídeos.

Duas cervejas foram produzidas com a farinha de pinhão pré-gelatinizada: uma substituindo 20% m/m do malte e outra 50% m/m do malte. Enquanto a primeira obteve teor alcoólico maior que a cerveja sem substituição e cor mais escura, a segunda obteve teor alcoólico menor que a cerveja sem substituição e cor mais escura que as outras duas cervejas, o que pode ser relacionado a pouca quantidade de enzimas disponíveis no mosto (Jorge, 2018).

Batista (2014) testou a diferença do pinhão com e sem casca moído para produção de cerveja em escala de bancada. A cerveja foi produzida com mosto com 10%, 45% e 80% de substituição do malte por ambas as sementes. Em análise sensorial, foi possível perceber que o mosto feito com pinhão com casca foi melhor que o sem casca somente na substituição de 10%. Nas outras duas análises, o pinhão sem casca recebeu melhor avaliação. Com isso, foi realizado um experimento, em escala piloto, com substituição de 10% do pinhão com casca e 45% do pinhão sem casca. Nesse segundo experimento, a cerveja com 10% de pinhão com casca recebeu notas maiores que a cerveja de 45% de pinhão sem casca em todos os quesitos (coloração, aroma, gosto, intenção global e intenção de compra). Contrapondo o experimento de Jorge (2018), o experimento de Batista (2014) houve uma queda no teor alcoólico com o aumento na concentração de pinhão.

6. CONCLUSÃO

A cerveja é um produto complexo. Possui uma grande quantidade de variáveis e necessita de conhecimento técnico-científico para entendê-la em seus mínimos detalhes. Contudo, é um produto feito a milhares de anos, e é possível criar boas receitas sem possuir os conhecimentos técnicos. Por possuir essa característica, torna-se uma bebida democrática. Assim, possibilita que muitas pessoas a provem e experimentem novas

criações. Desse modo, a cerveja foi se modificando através dos tempos, se adaptando a diferentes regiões.

No Brasil, a cerveja possui uma história com cerca de 200 anos. Através desse tempo, houveram modernizações, aprimoramentos e reconstruções de estilo. Isso permite com que o Brasil possua uma cultura cervejeira singular. Baseando se no conceito de Escola de Cerveja apresentado aqui, o Brasil ainda não possui uma Escola como as outras regiões, porém se encaminha para ter.

A Escola que vem se formando usa abundantemente a flora nacional, usando frutas, ervas, raízes, sementes e cascas, seja substituindo parcialmente um ingrediente ou simplesmente adicionando novos ingredientes nas receitas tradicionais. O Brasil está se diferenciando dos estilos estrangeiros e criando seu próprio jeito de produzir cerveja. Contudo, falta ainda fortalecer essa identidade nacional na produção de cerveja, ter maior reconhecimento internacional que essas tendências brasileiras são únicas e aumentar o conhecimento técnico-científico sobre os insumos nacionais utilizados na cerveja.

7. REFERÊNCIAS

2 CABEÇAS. Nossas Cervejas. **2cabeça.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.2cabecas.com.br/>>. Acesso em: 22 maio 2020.

ACERVA CARIOCA. Estatuto da ACervA Carioca, Rio de Janeiro, 12 dezembro 2017.

ACERVA PETRÓPOLIS. Tabela de Lúpulos. **AcervA Petrópolis**, 25 Novembro 2018. Disponível em: <<https://www.acervapetropolis.com.br/download/tabela-de-lupulos.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2020.

ALVES, W. D. S. et al. Caracterização físico-química e avaliação e sensorial de cerveja pilsen produzida a partir de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz., 1766) submetida a diferentes adubações de solo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 6, n. 2, fev. 2020. 7580-7599.

AMBEV. Cervejas. **ambev.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.ambev.com.br/marcas/cervejas/>>. Acesso em: 20 maio 2020.

ANICETO, A. **Desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial de bebidas à base de murici e taperebá.** Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição) - UNIRIO. Rio de Janeiro, RJ. 2017.

ANTUÉRPIA. Quintal. **cervejariaantuerpia.com.br**, 2020. Disponível em: <http://cervejariaantuerpia.com.br/cervejas-antuerpia?sec=2#quintal_8>. Acesso em: 21 maio 2020.

ANTUNES, P. B. **Análise comparativa das frações polpa, casca, semente e pó comercial do guaraná (Paullinia cupana): caracterização química e atividade antioxidante in vitro.** Dissertação (Mestre em PRONUT) - USP. São Paulo, SP. 2011.

AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia Industrial.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, v. Vol. II, 2008.

AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia Industrial.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, v. Vol. IV, 2008.

ARAÚJO, P. H. R. D. S. **Produção e análise sensorial decerveja artesanal de caju.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Químico) - UFRN. Natal, RN. 2019.

BABEL. ka'a. **cervejababel.co.br**, 2020. Disponível em: <<https://loja.cervejababel.com.br/cervejas/especialidades/ka-a-lata-473ml>>. Acesso em: 23 maio 2020.

BADEN BADEN. Cerveja: American IPA. **badenbaden.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.badenbaden.com.br/produtos/cerveja/american-ipa/>>. Acesso em: 22 maio 2020.

BAMFORTH, C. **Beer: Tap into the Art and Science of Brewing.** New York: Oxford University Press, Inc, 2003.

BAMFORTH, C. **Grape vs Grains: A Historical, Technological and Social Comparison of Wine and Beer.** [S.l.]: Cambridge University Press, 2008.

BARBOSA, T. M. **Desenvolvimento de cerveja artesanal com polpa de maracujá amarelo (Passiflora edulis F. flavicarpa deg) e avaliação da imobilização de células de Saccharomyces cerevisiae no processo de fermentação alcoólica.** Monografia (Farmacêutico) - UnB. Brasília, DF. 2016.

BARROS, I. L. D. **Elaboração de cerveja artesanal no estilo Saison com limão siciliano e pimenta rosa**. Dissertação (Engenheiro de Alimentos) - UFGD. Dourados, MS. 2019.

BASTOS, J. S.; MARTINEZ, E. A.; SOUZA, S. M. A. D. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) comercial: efeito da concentração. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, 3, n. 1, jan-mar 2016. 11-16.

BATISTA, R. D. A. **Produção e avaliação sensorial de cerveja com pinhão (*Araucária angustifolia*)**. Dissertação (Mestre em Ciências) - EEL-USP. Lorena, SP. 2014.

BETAEQ. Cerveja II: matérias-primas. **BetaEQ**, 2019. Disponível em: <<https://betaeq.com.br/index.php/2019/06/05/cerveja-ii-materias-primas/>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

BJCP. X4. Catharina Sour. **bjcp.org**, 2018. Disponível em: <<https://dev.bjcp.org/beer-styles/x4-catharina-sour/>>. Acesso em: 26 maio 2020.

BLACK PRINCESS. Black Princess Tião Bock. **blackprincess.com.br**, 2019. Disponível em: <<https://www.cervejablackprincess.com.br/cervejas/black-princess-tiao-bock/#produtosDescricao>>. Acesso em: 21 maio 2020.

BODEBROWN. Cervejas. **bodebrown.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://loja.bodebrown.com.br/cervejas>>. Acesso em: 22 maio 2020.

BOUÇAS, C. Concorrentes avançam sobre a Ambev. **Valor Econômico**, 5 fevereiro 2020. Disponível em: <<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2020/02/05/concorrentes-avancam-sobre-a-ambev.ghtml>>. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL. Instrução Normativa No 65, de 10 de dez. de 2019. **Estabelece padrões de identidade e qualidade para produtos de cervejaria**, Brasília, DF, dez 2019.

BRAUKAISER. CrushEval. **Braukaiser**, 2009. Disponível em: <<http://braukaiser.com/wiki/index.php/CrushEval>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

BREWBEER. O QUE É FAZER CERVEJA COM BIAB? **brewbeer.blog.br**, 2019. Disponível em: <<http://brewbeer.blog.br/o-que-e-fazer-cerveja-com-biab/>>. Acesso em: 15 julho 2020.

BRUTOS BEER. brutosbeer.com.br, 2020. Disponível em: <<http://www.brutosbeer.com.br/home>>. Acesso em: 21 maio 2020.

CAIS. Canal 3. **caiscervejariaartesanal.com.br**, 2019. Disponível em: <<https://caiscervejariaartesanal.com.br/index.php/2019/07/15/canal-3/>>. Acesso em: 23 maio 2020.

CAPELLA, A. C. D. V.; PENTEADO, P. T. P. D. S.; BALBI, M. E. Semente de Araucaria Angustifolia: aspectos, morfológicos e composição química da farinha. **B.CEPPA**, Curitiba, 27, n. 1, jan-jun 2009. 135-142.

CARVALHO, J. A. M. et al. **Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pimenta rosa (Schinus terebinthifolius)**. V SEMANA DE ENGENHARIA QUÍMICA (UFES). Alegre, ES. 2016.

CATHARINA SOUR. História. **catharinasour.com.br**, 2020. Disponível em: <<http://catharinasour.com.br/a-historia/>>. Acesso em: 29 julho 2020.

CEDAE. Monitoramento Saída do Tratamento Guandu, Rio de Janeiro, Janeiro 2020.

CERVEJA CAMPOS DO JORDÃO. Cerveja pinhão. **cervejacamposdojordao.com.br**, 2018. Disponível em: <<http://cervejacamposdojordao.com.br/cerveja-pinhao-2/>>. Acesso em: 25 maio 2020.

CERVEJA MONSTRO. Provando a Arretado! nossa Dubbel com rapadura. **cervejamonstro.com**, 2013. Disponível em: <<http://cervejamonstro.com/tag/cerveja-com-rapadura/>>. Acesso em: 21 maio 2020.

CERVEJARIA CATHEDRAL. Jabuticabeats. **cervejariacathedral.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.cervejariacathedral.com.br/lata/55>>. Acesso em: 21 maio 2020.

CERVESIA. Amazon Beer lança nova cerveja, Taperebá Witbier. **cervesia.com.br**, 2012. Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/noticias/not%C3%ADcias-de-microcervejaria/4506-amazon-beer-lanca-nova-cerveja-tapereba-witbier.html>>. Acesso em: 26 maio 2020.

CLUBE DO MALTE. Os 7 lúpulos mais usados na produção de cerveja. **Clube do Malte**, 17 Janeiro 2019. Disponível em: <<https://blog.clubedomalte.com.br/infografico/os-7-lupulos-mais-usados-na-producao-de-cerveja/>>. Acesso em: 13 maio 2020.

COHEN, K. D. O.; JACKIX, M. D. N. H. Obtenção e caracterização física, química e físico-química de liquor de cupuaçu e de cacau. **Brazilian Journal of Food Technology**, 7, n. 1, jan-jun 2004. 57-67.

COOPERCUC. COOPERCUC e Experimento Beer lançam a cerveja Saison Umbu. **coopercuc.com.br**, 2015. Disponível em: <<http://www.coopercuc.com.br/coopercuc-e-experimentobeer-lancam-cerveja-saison-umbu/>>. Acesso em: 26 maio 2020.

COSTA, A. C. F. M. et al. Hidroxiapatita: Obtenção, caracterização e aplicações. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, p. 29-38, 2009.

COSTA, M. R. F. D. **Utilização de diferentes açúcares na produção de cervejas belgas**. Dissertação (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - UFMA. Imperatriz, MA. 2017.

CZECH MINI BREWERIES. Primary fermentation tanks. **Czech Brewery System**, 2020. Disponível em: <<https://www.czechminibreweries.com/beer-production-technology/beer-fermentation-systems/primary-fermentation-tanks/>>. Acesso em: 12 maio 2020.

DADO BIER. Ilex. **dadobier.com.br**, 2019. Disponível em: <<https://www.dadobier.com.br/cervejas/herb-beer/ilex>>. Acesso em: 23 maio 2020.

DAMA BIER. Maracujá com pimenta rosa. **damabier.com.br**, 2020. Disponível em: <<http://www.damabier.com.br/catharina-maracuja.html>>. Acesso em: 23 maio 2020.

DANIELS, R. **Designing Great Beers**. Boulders: Brewera Publications, 2000.

D'AVILA, R. F. et al. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, 8, n. 2, julho-dezembro 2012. 60-68.

DIAS, K. D. S. **Uso de jabolão e pimenta rosa no controle de contaminação microbiana em fermentação industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Biotecnologia) - UFGD. Dourados, MS. 2018.

DIELERCHE. Como se faz cerveja. Parte 02: Malte. **dielerche.wordpress.com**, 2012. Disponível em: <<https://dielerche.wordpress.com/2012/05/01/como-se-faz-cerveja-parte-02-malte/>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

DINSLAKEN, D. Whirlpool: Melhor fazer quente ou frio? **Concerveja**, 2016. Disponível em: <<https://concerveja.com.br/whirlpool/>>. Acesso em: 15 maio 2020.

DURELLO, R. S.; SILVA, L. M.; JR., S. B. Química do Lúpulo. **Química Nova**, No. 8 Vol. 42 2019. 900-919.

EFRAIM, P. et al. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30, n. Supl. 1, maio 2010. 142-150.

EMBRAPA. **Mandioca**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

EMBRAPA. Maracujá. **embrapa.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja/>>. Acesso em: 22 maio 2020.

EßLINGER, H. M. **Handbook of Brewing**. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., 2009.

FARIAS, M. S. et al. Avaliação sensorial por método descritivo de cerveja artesanal com casca do guaraná (*Paullinia cupana*). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 6, n. 4, Abr 2020. 17898-17912.

FERNANDES, M. S. S. **Análise de compostos voláteis do malte por “Headspace” – microextração em fase sólida acoplada ao GC-MS: Quantificação do dimetilsulfureto**. Dissertação (Dissertação em Mestre em Controle de Qualidade) - Universidade do Porto. Porto. 2014.

FIX, G. **Principles of Brewing Science**. Boulder: Brewers Publications, 1999.

FORBES. 10 países que mais beberam e compraram cerveja no mundo em 2017. **Forbes**, 20 janeiro 2018. Disponível em: <<https://forbes.com.br/listas/2018/01/10-paises-que-mais-bebem-e-compram-cerveja/>>. Acesso em: 11 maio 2020.

GALVÃO, D. F.; RIBEIRO, K. P.; POMPÊU, G. C. S. **Estudo cinético do processo produtivo de cerveja artesanal utilizando mandioca como adjunto cervejeiro**. Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia, MG. 2019.

- HAMPSON, T. **O Grande Livro da Cerveja**. São Paulo: PubliFolha, 2014.
- HIERONYMUS, S. **For the Love of hops: The Practical Guide to Aroma, Bitterness and the Culture of Hops**. Boulder: Brewers Publications, 2012.
- HOPSTATION. Balde fermentador 20l com torneira simples e airlock. **hopstation.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.hopstation.com.br/kit-balde-fermentador-20l-c-torneira-e-airlock>>. Acesso em: 08 maio 2020.
- HÜBNER, D. S. **Produção de cerveja estilo Catharina Sour com polpa de pitaia (Hylocereus polyrhizus) e gengibre (Zingiber officinale Roscoe)**. Trabalho Conclusão do Curso (Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UFSC. Florianópolis, SC. 2019.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **IBGE**, março 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/snipc/ipca/tabelas/brasil/marco-2020>>.
- IMAIZUMI, V. M. **Cerveja com jabuticaba: caracterização físico-química, energética e sensorial**. Tese (Doutor em Agronomia) - UNESP. Botucatu, SP. 2019.
- IMBÉ. cerveja imbe com erva mate. **cervejaimbe.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://cervejaimbe.com.br/descubra-nossa-cerveja/cerveja-imbe-com-erva-mate/?v=19d3326f3137>>. Acesso em: 23 maio 2020.
- JACKSON, M. **Beer**. Londres: Dorling Kindersley, 2007.
- JORGE, T. **Caracterização da farinha da semente de pinhão (Araucária angustifolia) e aplicação como adjunto na produção de cerveja**. Tese (Doutor em Ciências dos Alimentos) - UFSC. Florianópolis, SC. 2018.
- KARNOWSKI, M. **Homebrew beyond the basics**. New York: Sterling Epicure, 2018.
- KEUKELEIRE, D. D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, v. 1, n. 23, p. 108-112, 2000.
- KIRIN BEER UNIVERSITY REPORT. Global Beer Consumption by Country in 2018. **Kirin Holding**, 24 dezembro 2019. Disponível em: <https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2019/1224_01.html>. Acesso em: 10 maio 2020.

KIRIN BEER UNIVERSITY REPORT. Global Beer Production by Country in 2018. **Kirin Holdings**, 3 outubro 2019. Disponível em: <https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2019/1003_01.html>. Acesso em: 10 maio 2020.

KUNZE, W. **Technology Brewing and Malting**. Berlin: VLB Berlin, 2004.

LEAL, M. X. **Cerveja artesanal enriquecida com tangerina (Citrus reticulata) e pimentas**. Monografia (Tecnólogo em Alimentos) - IFPI. Teresina, PI. 2017.

LIMA, A. C.; GARCÍA, N. H. P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **B.CEPPA**, Curitiba, 22, n. 1, jan-jun 2004. 133-144.

LIMA, J. P. R.; CAVALCANTI, C. M. L. Do engenho ao mundo? A produção de rapadura no nordeste: características, perspectivas e indicação de políticas. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, 32, n. 4, out-dez 2001. 950-974.

LOHN BIER. Cervejas. **lohn Bier.com.br**, 2019. Disponível em: <<https://www.lohn Bier.com.br/cervejas/>>. Acesso em: 21 maio 2020.

MACHADO, E. D. R. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau**. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UFSM. Santa Maria, RS. 2017.

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

MARCONDES, L. Clarificação do Mosto. In: BRASSAGEM, J. C. – M. **CTS Alimentos e Bebidas**. [S.l.]: [s.n.], 2016.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das Agriculturas: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

MESTRE CERVEJEIRO. Manual da cerveja artesanal. **mestrecervejeiro9.globo.com**, 2018. Disponível em: <<http://mestrecervejeiro9.globo.com/faca-sua-cerveja/manual-da-cerveja-artesanal/index.html>>. Acesso em: 16 julho 2020.

MILAGRES, F. C. O. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com umbu**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gastronomia) – UFRPE. Recife, PE. 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Anuário da Cerveja 2019, Brasília, DF, 2020.

MIRANDA, T. O. E. **Produção de cerveja artesanal com diferentes adjuntos**. Dissertação (Bacharel em Biotecnologia) - UNIPAMPA. São Gabriel, RS. 2017.

MONDIAL DE LA BIÈRE. O Evento. **Mondial de la Bière Rio**, 2019. Disponível em: <<https://www.mondialdelabiererio.com/o-evento>>.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Ed. Alaúde, 2017.

MUNIZ, L. D. et al. **Suco de cajá (Spondias mombin L.) como adjunto na produção de cerveja: análises físico - químicas, sensorial e estudo cinético**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química (XX COBEQ). Florianópolis, SC. 2014.

NEWMAN, C. W.; NEWMAN, R. K. **Barley for Food and Health: Science, Technology and Products**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2008.

NOI. As Cervejas. **cervejarianoi.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.cervejarianoi.com.br/nera>>. Acesso em: 22 maio 2020.

NUNES, J. S. et al. Obtenção e caracterização físico-química de polpa de jabuticaba (*Myrciaria Cauliflora Berg*) congelada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, 9, n. 1, abr-jun 2014. 234-237.

OKTOBERFEST. The history of Oktoberfest. **Oktoberfest.de**, 2020. Disponível em: <<https://www.oktoberfest.de/en/magazine/tradition/the-history-of-oktoberfest>>. Acesso em: 09 maio 2020.

OLIVEIRA, H.; DRUMOND, H. **Brasil Beer**. Belo Horizonte: Gutenberg, 2014.

OLIVEIRA, M. D.; FABER, C. R.; OVIEDO, M. S. V. P. A erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) como substituto parcial do lúpulo amargor na fabricação de cerveja artesanal. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, 8, n. 4, out-dez 2017. 1-12.

OLIVER, G. **A Mesa do Mestre-Cervejeiro**. São Paulo: Ed. Senac, 2012.

OLIVER, G. **The Oxford Companion to Beer**. New York: Oxford University Press, Inc, 2012.

OPA BIER. História da cerveja no mundo. **opabier.com.br**, 2015. Disponível em: <<https://opabier.com.br/blog/historia-da-cerveja-no-mundo/>>. Acesso em: 02 out. 2019.

PALMER, J. J. **How to Brew**. [S.l.]: Brewers Publications, 2006.

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

PEREIRA, C. R. et al. **Cervejaria Insana Pinhão: análise do case na visão neo schumpeteriana**. IV International Symposium on Innovation and Technology (IV SIINTEC). Salvador, BA. 2018.

PERRO LIBRE. Nossas Cervejas. **perrolibre.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.perrolibre.com.br/cervejas>>. Acesso em: 22 maio 2020.

PICCINI, A. R.; MORESCO, C.; MUNHOS, L. Fermentação. **Cerveja (UFRGS)**, 2002. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/cerveja/ferme.htm>>. Acesso em: 13 maio 2020.

PIMENTEL, P. A. **Análise Físico-química e Energética do Resíduo da Terra Diatomácea Utilizada como Auxiliar de Filtração na Indústria de Cerveja**. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - UNESP. Botucatu. 2006.

PINTO, W. D. S. et al. Caracterização física, físico-química e química de frutos. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, DF, 38, n. 9, 2003. 1059-1066.

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**. [S.l.]: Ubiquitous Publishing, 2013.

REVISTA BEER ART. Colorado lança a Öktö, inspirada na Oktoberfest. **revistabeerart.com**, 2018. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/news/colorado-okto>>. Acesso em: 22 maio 2020.

REVISTA BEER ART. Göttlich divina. **revistabeerart.com**, 2018. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/cerveja-br/gottlich-divina-pilsen>>. Acesso em: 25 maio 2020.

REVISTA BEER ART. Com a cerveja Tropicana, Colorado homenageia Alceu Valença. **revistabeerart.com**, 2019. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/news/colorado-tropicana>>. Acesso em: 26 maio 2020.

REVISTA DA CERVEJA. Heroica lança segunda cerveja com o humorista Marvio Lúcio. **revistadacerveja.com.br**, 2019. Disponível em: <<https://revistadacerveja.com.br/heroica-lanca-segunda-cerveja-com-o-humorista-marvio-lucio/>>. Acesso em: 26 maio 2020.

RIGO, L. et al. **Análise do mercado da erva-mate no Brasil e no Rio Grande do Sul**. UFSM. Palmeiras das Missões, RS. 2016.

ROCKBIRD. Our beers. **rockbirdbeer.com**, 2017. Disponível em: <<https://www.rockbirdbeer.com/beers-1>>. Acesso em: 26 maio 2020.

SALIMBENI, J. F.; MENEGUETTI, M. P. D. R. R. D.; ROLIM, T. F. **Caracterização da água e sua influência sensorial para a produção de cerveja artesanal**. Trabalho de graduação (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade de São Francisco. Campinas. 2016.

SANDI, D. et al. Correlações entre características físico-químicas e sensoriais em suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* VAR. *flavicarpa*) durante o armazenamento. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23, n. 3, set-dez 2003. 355-361.

SANTANA, N. B. **Eficiência da hidrólise do amido de mandioca por diferentes fontes de enzimas e rendimento da fermentação alcoólica para produção de etanol**. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UFV. Viçosa. 2007.

SANTOS, S. D. P. **Os Primórdios da Cerveja no Brasil**. Santos: Ateliê Editorial, 2004.

SILVA, T. O. et al. Elaboração de cerveja artesanal do tipo ale contendo amêndoas de cacau e aspectos físico-químicos. **Anais da VIII Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica (UFFS)**, Realeza, PR, 2018.

SORBO, A. C. A. C. **Avaliação das propriedades de uma cerveja artesanal tipo pilsen suplementada com polpa de maracujá**. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Unesp. Botucatu, SP. 2017.

TORONTO BREWING. Carboy - 1 gallon clear glass jug fermenter with airlock and #6.5 rubber bung. **torontobrewing.ca**, 2020. Disponível em: <<https://torontobrewing.ca/products/growler-fermenting-kit-with-airlock>>. Acesso em: 08 maio 2020.

TUPINIQUIM. Nossas cervejas. **cervejatupiniquim.com.br**, 2020. Disponível em: <<http://cervejatupiniquim.com.br/nossas-cervejas/>>. Acesso em: 22 maio 2020.

UNTAPPD. **untappd.com**, 2020. Disponível em: <<https://untappd.com>>. Acesso em: 21 maio 2020.

VAIK. As Cervejas. **vaikcervejaria.com.br**, 2019. Disponível em: <<https://www.vaikcervejaria.com.br/cervejas>>. Acesso em: 21 maio 2020.

VERACE. Maracutaia. **cervejariaverace.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://cervejariaverace.com.br/portal/blog/portfolio/maracutaia/>>. Acesso em: 22 maio 2020.

VIANA, M. L.; COSTA, A. M.; CELESTINO, S. M. C. Informações para a composição de tabela nutricional da polpa do maracujá BRS Pérola do Cerrado. **EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, DF, 2016.

WE CONSULTORIA. Passo-a-passo: como fazer cerveja. **comofazercerveja.com.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.comofazercerveja.com.br/passo-a-passo-como-fazer-cerveja>>. Acesso em: 15 julho 2020.

WHITE, C.; ZAINASHEFF, J. **Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation**. Boulder: Brewers Publications, 2010.

WORLD BEER AWARDS. World Beer Awards. **World Beer Awards**, 25 Março 2020. Disponível em: <<http://www.worldbeerawards.com/>>.