



Instituto Federal de Brasília

Campus Gama

Curso Superior de Tecnologia em Alimentos

Dhyovana Silvestre de Oliveira Bragança

TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO CERVEJEIRA

Brasília

2019

Dhyovana Silvestre de Oliveira Bragança

TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO CERVEJEIRA

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Camila Guimarães de Freitas

Brasília

2019

663.4

Bragança, Dhyovana Silvestre de Oliveira

B813t

Tecnologia da produção cervejeira / Dhyovana Silvestre de Oliveira Bragança; orientação Dr^a Camila Guimarães de Freitas — Brasília, 2019.

38 f.

Orientadora: Dr^a Camila Guimarães de Freitas.

Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação — Tecnologia em Alimentos) — Instituto Federal de Brasília, *Campus* Gama, 2019.

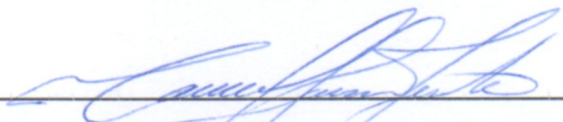
1. Cerveja. 2. Ale. 3. Lager. I. Freitas, Camila Guimarães, orient. III. Título.

TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO CERVEJEIRA

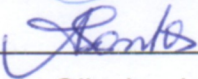
Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Tecnóloga em Alimentos.

Aprovado em 25 de novembro de 2019.

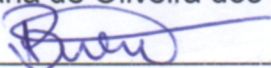
BANCA EXAMINADORA



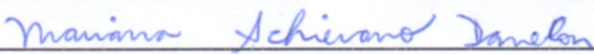
Profª. Drª. Camila Guimarães de Freitas - Orientadora



Profª. Drª. Adriana de Oliveira dos Santos Alfani – Examinadora Interna



Prof. MSc. Breno Araújo Oliveira – Examinador externo



Profª. Drª. Mariana Schievano Danelon – Suplente

Dedico esta monografia a minha mãe cuja paciência e dedicação durante toda minha vida serviu de sustentação e em memória do meu pai Hudson Aparecido de O. Bragança pelo amor, apoio e lições que me ajudaram a definir meu caráter. As lembranças estarão sempre em minha memória. Grata por tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me deu forças para concluir este projeto de forma satisfatória sem perder o humor e a lucidez.

A minha professora orientadora Camila Guimarães de Freitas, que me manteve focada para a conclusão deste projeto. Grata pelas suas orientações, críticas e sugestões preciosas.

Aos meus pais, avós e demais integrantes da família pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Sem eles o término deste trabalho não seria possível.

Agradeço aos professores e amigos de turma que fizeram parte da minha formação, pelos momentos que choramos, crescemos, caímos, momentos únicos de loucuras e alegrias.

A minha cadela Nina que me acompanhou nas madrugadas em que eu escrevia esse trabalho. O meu muito obrigada!

*“Beer, if drunk in moderation, softens the temper,
cheers the spirit and promotes health”.*

Thomas Jefferson

RESUMO

A cerveja é uma das bebidas mais antigas e consumidas no mundo. Sua fabricação se dá pelo processo de fermentação, em que leveduras convertem os açúcares do mosto em etanol e dióxido de carbono. Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre a cerveja, sua história, consumo e aspectos produtivos. Os resultados da pesquisa mostraram que a cerveja propriamente dita chegou ao Brasil com a família real portuguesa por volta do ano 1808, no entanto os nativos que habitavam o País já produziam suas próprias bebidas alcoólicas. A cerveja primitiva era produzida a partir de diferentes matérias-primas, tendo como exemplo a mandioca, batata, mel dentre outros substratos, sendo a bebida o resultado da fermentação de microrganismos selvagens e contaminantes do meio. As características da cerveja têm mudado com o tempo. Atualmente a cerveja tem um sabor mais leve, é mais refrescante, além disso, menos amarga. Sua produção consiste basicamente na fermentação por leveduras do gênero *Saccharomyces*, cujas enzimas auxiliam na transformação do amido em açúcares simples fermentáveis, atuando como catalisadoras da formação do álcool e do gás carbônico. Quanto ao processo fermentativo, existem dois tipos principais de fermentação utilizados para produção de cerveja: “ale” e “lager”. A “ale” é considerada de alta fermentação, o processo ocorre em temperatura entre 20 e 25 °C, nesse tipo os produtos gerados possuem alta concentração de álcool e sabor bem amargo, na fermentação “lager” (baixa fermentação) as leveduras fermentam o mosto em temperaturas baixas entre 9 e 14 °C produzindo sabores e aromas leves. No Brasil a cerveja “lager” é a mais consumida representando, aproximadamente, 94% do mercado nacional.

Palavras chave: Cerveja, “ale”, “lager”.

ABSTRACT

Beer is among the oldest and most consumed beverages in the world. Its brewing takes place through the fermentation process, in which yeasts of the genus *Saccharomyces* convert the wort sugars into ethanol and carbon dioxide. This paper aimed to review the literature on beer, its history, consumption and productive aspects. The survey showed that the beer arrived in Brazil with the Portuguese royal family around the year 1808. However, the natives who inhabited Brazil were already producing their alcoholic beverages. Indigenous alcoholic beverages (primitive beer) were produced from different raw materials, such as cassava, honey, sugar cane, among other substrates. The beverage was a result of the fermentation of wild microorganisms and the environment's contaminants. The characteristics of beer have changed over time. Currently, beer has a lighter flavour, is more refreshing and less bitter. Its production is a result of the fermentation by yeasts of the genus *Saccharomyces*, whose enzymes assist in the transformation of starch into simple fermentable sugars. These enzymes act as catalysts for alcohol and carbon dioxide formation. As for the fermentation process, there are two main types used for brewing: "ale" and "lager". The "ale" is known as high fermentation, and its products have a high alcohol concentration and a bitter taste. The "lager" fermentation, the yeast ferments the wort in lower temperatures, resulting in lighter flavours. In Brazil, the "lager" type is the most consumed, representing approximately 94% of the national market.

Keywords: beer, ale, lager.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma da fabricação da cerveja.....	23
Figura 2: Conversão dos açúcares durante o metabolismo se <i>S. cerevisiae</i>	24
Figura 3: Conversão do amido em maltose e glicose no endosperma de cereais.....	26
Figura 4: Célula típica de <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	27
Gráfico 1: Distribuição das cervejarias por estados no Brasil.....	17
Quadro 1: Classificação das cervejas.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferenças entre as cepas de <i>Saccharomyces</i>	28
Tabela 2: Coadjuvantes de tecnologia que são permitidos na fabricação de cervejas.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

CAPES – Portal de Periódicos da Central de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

CERVBRASIL – Associação Brasileira da indústria da cerveja.

d.C. – Depois de Cristo.

DIPOV – Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal.

DOU – Diário Oficial da União.

E.B.C. – *European Brewery Convention*.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul.

Mg – Miligrama.

°C – Graus Celsius.

pH – Potencial Hidrogeniônico.

PIQ – Padrão de Identidade e Qualidade.

SDA – Secretaria de Defesa Agropecuária.

U – Unidade de massa atômica.

Vol. – Volume.

α – Alfa.

β – Beta.

μm – Micrometro.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA.....	13
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1	Cerveja	14
3.2	Mercado cervejeiro.....	16
3.3	Legislação	18
3.4	Processo Produtivo	20
3	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Bebidas alcoólicas são produzidas e consumidas por diferentes comunidades desde os primórdios da humanidade. Em geral, são bebidas que passam pelo processo biológico conhecido como fermentação, no qual açúcares como a glicose, frutose e sacarose são convertidos em energia celular com produção de etanol (FILHO, 2016).

Dentre as bebidas alcoólicas, destaca-se a cerveja, que possui uma extensa e popular história no mundo. Os vestígios mais antigos da produção e consumo de cerveja foram encontrados em terras alemãs, no acampamento romano de *Alzei Rheinhassen*, que foi atacado e incendiado em 325 d.C., por grupos de homens etnolinguísticos indo-europeus originários do norte da Europa. Em 1911, observou-se dentro de vasos uma massa composta por parte de cevada em condições de malteação, processo usado para preparar o malte por meio da germinação em condições controladas. Entretanto, o lúpulo não foi encontrado, apesar de hoje ser um dos principais componentes da cerveja (CASCUDO, 2004).

Descrever toda a história da cerveja, com geografias e sua movimentação pelo mundo é uma realização dubitável, já que existem vários relatos de povos antigos que consumiam a bebida de cevada com fermentação semelhante à do vinho. A bebida de cevada foi denominada como *cervoise* (1539), logo se tornou *bière*, do neerlandês *bier*, como em alemão, os italianos com *birra* e os russos *pivo*. Os espanhóis e portugueses continuaram a usar os velhos nomes cerveja, *cerveza* (CASCUDO, 2004; SANTOS, 2003).

A prática de beber cerveja possui muitas atribuições: além da nutrição, visto que ela é uma fonte de carboidratos, possui algumas vitaminas, especialmente as do complexo B além de dispor de minerais, a bebida possui significado simbólico e cerimonioso como o brinde, podendo estar ligado ao encontro com o sagrado. Seu consumo também está ligado à celebração da saúde ou de conquista, sendo usual o gesto de brinde. Todos esses comportamentos estão associados ao protocolo social e variam de acordo com as diferentes culturas. Do mesmo modo, características do grupo social influenciam diretamente a preparação de algumas bebidas alcoólicas e estão associadas à construção da coletividade (CASCUDO, 2004; CARNEIRO, 2005).

Atualmente considera-se que a produção e consumo de cerveja seja uma das atividades mais antigas realizadas pelo homem. Sua produção remonta de milhares

de anos, ao longo aos quais sofreu mudanças a fim de melhorar a técnica e a eficiência produtiva (FILHO, 2016).

Boa parte dessas melhorias deve-se ao emprego da biotecnologia, ciência que envolve várias áreas que se aplicam em biorremediação de poluentes, biocombustíveis, processos industriais que envolvem reações enzimáticas e processos fermentativos, detergentes mais eficientes, plantas resistentes a doenças dentre outros aspectos. A biotecnologia vem se desenvolvendo por décadas em laboratórios, empresas públicas e privadas de diferentes portes, gerando novos segmentos de negócios especializados em programas tecnológicos e científicos. Os produtos e processos biotecnológicos exercem funções importantes no cotidiano, gerando possibilidades de emprego e investimentos (MALAJOVICH, 2016).

Os aspectos biotecnológicos na produção da cerveja envolvem o desenvolvimento de microrganismos especializados primordialmente na fermentação do mosto, derivado de cereais ou de outras fontes vegetais, e no aquecimento do mosto com as atividades enzimáticas para a hidrólise do amido. Adicionalmente, o processamento da cerveja, além da fermentação do mosto, envolve a maturação, a filtração e o engarrafamento (MALAJOVICH, 2016).

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a cerveja, considerando sua história, tipos de fermentação, com foco nas diferenças dos processos produtivos entre os tipos “ale” e “lager” e consumo. A revisão abrangeu consulta a artigos em revistas, livros didáticos, dissertações e teses que abordavam os assuntos da cerveja e de sua produção. A pesquisa concentrou-se em publicações direcionadas à fermentação da bebida.

2 METODOLOGIA

Esse trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura nas bases de dados Google Acadêmico, Portal de Periódicos da Central de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), livros didáticos, dissertações, teses e publicações relevantes da área que abordavam os assuntos da cerveja e de sua produção, entre os anos de 2003 e 2019. O objetivo maior foi focar nas diferenças de produção entre as cervejas tipo “ale” e “lager”. Assim as palavras-chave utilizadas foram “Cerveja” e “Fermentação alcoólica” e suas correspondentes em inglês, “*beer*”, “*alcoholic fermentation*”, “ale” e “lager”. Foram critérios de exclusão: artigos

publicados antes do ano 2003 e materiais que não diziam respeito ao propósito deste estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da leitura dos materiais referentes ao tema do presente trabalho, são apresentados os achados da literatura referentes à cerveja “ale” e “lager” e seus aspectos tecnológicos, organizados em subtópicos de forma a facilitar a leitura, compreensão e compartilhamento das informações levantadas.

3.1 Cerveja

A cerveja é abundantemente produzida e consumida no mundo, tendo chegado ao Brasil com a família real portuguesa em 1808. As características da cerveja têm mudado ao longo dos anos e hoje, no Brasil, tem-se uma bebida mais leve e também refrescante e menos amarga se comparada à bebida fabricada inicialmente no país (MEGA *et al.*, 2011).

Os povos indígenas que habitavam o Brasil antes da chegada dos portugueses faziam uso das bebidas alcoólicas (FERNANDES, 2004), sendo que o consumo era reservado para ocasiões especiais como festas sociais e religiosas. As bebidas alcoólicas indígenas oriundas da fermentação eram produzidas a partir de diferentes matérias-primas, tendo como exemplo grãos e tubérculos amiláceos, mel, cana de açúcar, dentre outros substratos. A fermentação ocorria pela ação de microrganismos selvagens e contaminantes do meio (FILHO, 2016).

É possível notar três tipos de cervejas primitivas: as cervejas insalivadas, em que as enzimas salivares (amilases) atuavam como agente fermentador, sendo que este tipo de cerveja representa a maioria das bebidas nativas do Brasil. Cerveja maltada, que são acrescidas de cereais germinados para a fermentação. E por último pode ser citada a cerveja clara, em que ocorre a quebra do amido, causada pela ação de fungos que são adicionados durante o processo de preparo (FERNANDES, 2004).

A técnica da insalivação era bastante utilizada pelos povos indígenas do Brasil, que produziam bebidas com teor alcoólico elevado a partir de quantidades significativas de carboidratos, os quais serviam como alimento para leveduras. Na preparação eram utilizados alguns tipos de mandioca e algumas vezes milho. A

técnica consistia na mastigação e envolvimento dos tubérculos e cereais com a saliva, cuja mistura era posteriormente depositada com água em um recipiente. A fermentação ocorria pela ação das enzimas presentes na saliva que iniciam o processo de degradação do amido em compostos mais simples, facilitando a degradação da base vegetal utilizada, tornando-a mais biodisponível aos microrganismos presentes tanto no substrato quanto oriundos da cavidade bucal das pessoas que utilizavam desse processo (FERNANDES, 2004).

Apesar de a cerveja ser uma das bebidas mais antigas do mundo sua composição com a adição de lúpulo é mais recente. Na Europa, por volta do ano 1.000 d.C, perceberam que o lúpulo portava características antissépticas, de forma que a planta se tornou parte da receita com a finalidade de preservar por mais tempo o sabor conferido pela levedura principal envolvida no processo fermentativo (REBELLO, 2009). Em decorrências de estudos realizados a fim de testar as propriedades antimicrobianas do lúpulo, percebeu-se que os antimicrobianos formulados a partir do lúpulo se assemelham aos antibióticos convencionais (PRADO, 2014).

Os descobrimentos de Louis Pasteur acerca do levedo e conservação de alimentos trouxeram importantes alterações na qualidade da bebida, por efeito da esterilização dos materiais, pasteurização e atividade à vácuo. No término do século X d.C., possivelmente já eram produzidas cervejas com segurança microbiológica e propriedades sensoriais padronizadas, o que possibilitou uma vida de prateleira maior do produto, provendo assim uma expansão na comercialização da bebida (REBELLO, 2009).

Atualmente de acordo com o a Instrução Normativa nº 54 de 5 de novembro de 2001, cerveja trata-se de uma bebida resultante da fermentação realizada por levedura cervejeira. Realiza-se a partir do mosto de cevada maltada ou do extrato de malte, submetido a um processo de cocção, adicionado de lúpulo. Parte da cevada maltada ou do extrato de malte pode ser substituído por adjuntos cervejeiros: estes podem ser cereais maltados ou não maltados, compostos açucarados (açúcares, xaropes), entre outros sem ultrapassar 45% em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2001).

3.2 Mercado cervejeiro

A indústria brasileira de bebidas torna-se cada vez mais importante para a economia nacional, em razão do valor da produção, assim como do alto dinamismo que tem manifestado recentemente. Tal dinamismo tem se destacado em alguns segmentos e foi relativamente responsável pelo crescimento de determinados fabricantes que hoje ocupam posição de destaque nacional e internacional (ROSA *et al.* 2006). Como contribuições das cervejarias para o Brasil, pode ser mencionada a geração de empregos, posto que atualmente é um dos segmentos que mais empregam no país (LIMA *et al.*, 2017).

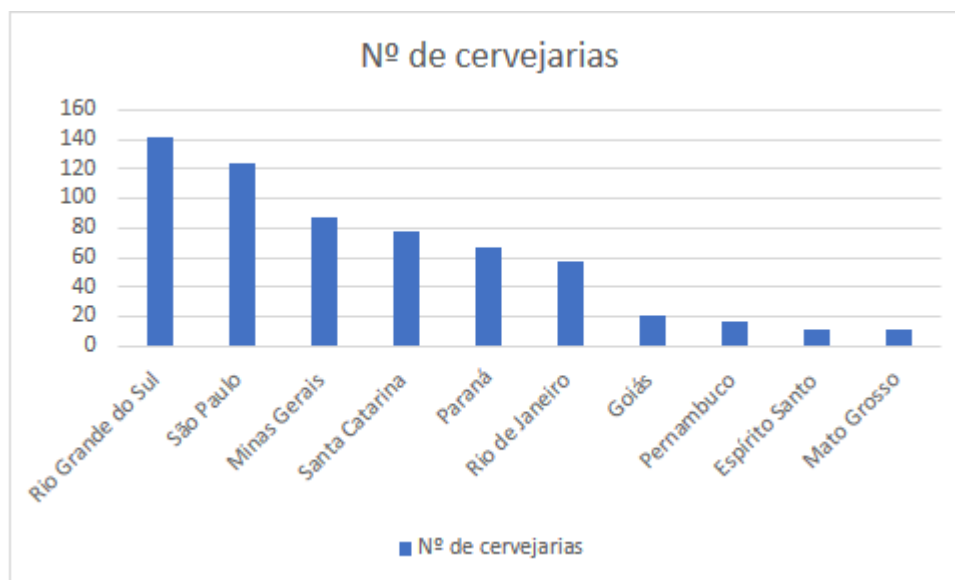
O mercado cervejeiro do Brasil inicialmente se caracterizou com poucas marcas, em que prevaleciam as do tipo *pilsem*, categoria da bebida com aspecto de sabor suave, o pH por volta de 4,3, de coloração mais clara, transparente. Esse tipo de cerveja é produzido em grandes indústrias que equivalem às principais marcas distribuídas no Brasil (ARAUJO *et al.*, 2003).

Já a produção da bebida em microescala já é notória no País, sendo a bebida artesanal definida como um produto mais encorpado, de paladar e odor mais manifestado. Em geral, esse tipo de bebida é consumido por pessoas mais rigorosas em termos de qualidade sensorial, e que buscam uma bebida distinta independentemente do valor (ARAUJO *et al.*, 2003).

Em relação ao consumo, estima-se que uma pessoa consuma em média 730 litros por ano de bebidas. Ponderando que, no Brasil, o consumo total por pessoa por categoria de bebida (café, refrigerantes, cerveja, água envasada, chá, bebidas alcoólicas, sucos e outras) gira em torno de 246 litros/ano. A diferença entre o limite de 730 litros e o total de 246 litros corresponde ao consumo de água. Com isso pode-se perceber que o limite máximo para o crescimento do consumo no mercado de bebidas gira em torno de 484 litros por pessoa (ROSA *et al.* 2006).

De acordo com a Associação Brasileira da indústria da cerveja – CERVBRASIL – no ano de 2016, o Brasil ocupou o terceiro lugar na produção mundial de cervejas, com consumo per capita em 27º lugar. O Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais, são os Estados brasileiros com maior número de cervejarias, conforme mostra o gráfico 1. A venda de cervejas cresceu e esse aumento está associado com a melhoria dos negócios dos bares e restaurantes (CERVBRASIL, 2016).

Gráfico 1: Distribuição das cervejarias por estados no Brasil.



Fonte: Adaptado do BRASIL, 2018.

A maior parte das cervejas produzidas é de baixa fermentação até mesmo no Brasil, sendo comum sua produção tanto em larga quanto em pequena escala. Esse tipo de bebida é fermentada a temperaturas entre 9 °C e 14 °C e são denominadas com “lager”. As cervejas “ales” totalizam 5% da produção mundial, que se concentra na Alemanha, Bélgica e Inglaterra (CARVALHO, 2007). A cerveja “lager” é mais leve, refrescante e menos amarga. Esse critério foi empregado como tendência pelas principais cervejarias no Brasil, que deve ser mantido em razão deste modelo representar 94% do mercado nacional (MEGA *et al.*, 2011).

3.3 Legislação

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão da Administração Federal responsável pela regulamentação, inspeção e fiscalização de estabelecimentos produtores de bebidas no território nacional, sendo este trabalho coordenado pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal (DIPOV) da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). O MAPA também é encarregado de fornecer dados e esclarecimentos em relação às demandas da sociedade (MAPA, 2017). De acordo com o BRASIL (2018), no ano de dois mil e dezessete houve uma consolidação no crescimento do mercado cervejeiro nacional, alcançando a marca de 679 estabelecimentos legalmente instalados com o total de 8903 produtos registrados de cervejarias, cervejas e chopes.

De acordo com a Instrução Normativa do MAPA nº 54, de 5 de novembro de 2001 a cerveja é uma bebida resultante da fermentação, por meio de levedura cervejeira, do mosto, que pode ser constituído de cevada maltada ou do extrato de malte podendo ser acrescentado em parte de adjuntos cervejeiros. O mosto é submetido previamente a um processo de cocção, adicionado de lúpulo. Também podem ser adicionado de açúcares, corantes, saborizantes e aromatizantes.

Entende-se como mosto a mistura de água potável com outros compostos, quais sejam, carboidratos, proteínas, sais minerais, resultantes da degradação enzimática do malte, realizada através de processos tecnológicos, com ou sem adjuntos cervejeiros. Essas substâncias dissolvidas são denominadas de extrato primitivo ou original da cerveja e é expresso em porcentagem (%) em peso. Esta auxilia na classificação das cervejas, que podem variar de *light* à cerveja puro malte, apresentadas no quadro 1 (BRASIL, 2001).

Quadro 1: Classificação das cervejas.

Cerveja leve e Cerveja <i>light</i>	Contém extrato primitivo maior ou igual a 5,0% em peso e menor que 10,5% em peso.
Cerveja Extra	O extrato primitivo é maior ou igual a 12,0% em peso e menor ou igual a 14,0% em peso.
Cerveja Forte	O extrato primitivo é maior que 14,0% em peso.
Cerveja sem álcool	O conteúdo alcoólico é inferior ou igual a 0,5% em volume (0,5% vol.).
Cerveja com álcool ou cerveja	É a cerveja cujo conteúdo alcoólico é superior a 0,5% em volume (0,5% vol.). Com extrato primitivo maior ou igual a 10,5% em peso e menor que 12,0% em peso.
Cerveja escura ou Cerveja preta	Possui cor igual ou superior a 20 unidades E.B.C. (<i>European Brewery Convention</i>)
Cerveja 100% malte ou puro malte	É a cerveja produzida a partir de um mosto cujo extrato primitivo provém exclusivamente de cevada maltada.

Fonte: Adaptado do BRASIL, 2001.

No ano de 2019, foi publicado no Diário Oficial da União (DOU) o Decreto nº 9.902/2019 do MAPA, que modifica alguns pontos do decreto nº 6.871/2009 referentes ao Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) da cerveja. O decreto tem como finalidade simplificar a padronização, o controle e a produção de cervejas no território nacional com o objetivo de atualizar as disposições legais sobre a produção de cervejas no país (BRASIL, 2019).

O novo decreto altera o anexo ao decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. A partir de sua publicação, a cerveja tem seu padrão respaldado no decreto 6.871/2009, no artigo 36. A autorização do uso de matérias-primas de origem animal na produção de cervejas como mel, leite e chocolate é uma das alterações mais efetivas, posto que antes essas bebidas eram denominadas de bebidas alcoólicas mistas. As disposições específicas de rotulagem

e de classificação da Instrução Normativa nº 54/2001 continuam em vigor (BRASIL, 2019).

3.4 Processo Produtivo

A cerveja é produzida a partir de malte, água, lúpulo e leveduras. Inicialmente, a produção da bebida é precedida por um processo chamado de maltagem no qual os grãos de cevada são transformados em malte. A cevada é armazenada até o final da dormência (redução da atividade biológica) e quando alcança o limite do seu poder germinativo, realiza-se à maltagem. Os grãos de cevada possuem uma forma oval que são envolvidos por camadas protetoras de casca e envolvem um pequeno embrião, esta parte em situações apropriadas gera uma nova planta. O endosperma representa a maior parte do grão que é constituído principalmente por grânulos de amido que ficam envolvidos por uma matriz de proteína. A maltagem basicamente tem o objetivo de eliminar as paredes celulares e facilitar o acesso das enzimas aos grãos de amido (SILVA, 2005).

O malte de cevada é o insumo mais utilizado para fornecer os carboidratos necessários às leveduras durante a fermentação. No entanto, a inclusão de adjuntos no mosto é uma alternativa para a redução de custos na produção. Os adjuntos são matérias-primas utilizadas para auxiliar o processo fermentativo, na maioria das vezes cereais que são fonte de carboidratos como milho, arroz e trigo. Outro grupo de adjuntos são os chamados adjuntos açucarados, que têm ampla aplicação por não precisarem passar pela hidrólise enzimática, visto que são prontamente fermentáveis (D'AVILA *et al.*, 2012).

Com um estudo que avaliou a incorporação de diferentes adjuntos na produção da cerveja, percebeu-se que foi adicionado milho na bebida, adjunto mais utilizado pela indústria, e quando comparada com a bebida puro malte, apresentou um efeito negativo sobre a estabilidade da espuma. Na bebida acrescida de batata foi identificada uma maior diminuição de extrato real. A cerveja normalmente é composta por 2 a 6% de extrato residual, 2 a 6% de etanol, 0,35 a 0,50% de dióxido de carbono e 90 a 95% de água. Esses valores podem variar e vão influenciar na diferenciação e qualidade das cervejas (SILVA *et al.*, 2017).

Conforme a quantidade de adjuntos utilizados no mosto aumenta, a dificuldade de obter boa recuperação de extrato se intensifica pois as enzimas disponíveis no

malte é insuficiente para hidrolisar o amido de forma adequada aumentando a viscosidade que interfere na etapa de filtração. Além do disso a bebida acrescida de adjuntos apresenta menor extrato real para o produto final. Isso pode ser explicado pela maior concentração de amido em sua composição, o extrato real está associado com o “corpo da bebida”, isto é, a percepção de uma bebida encorpada (forte) ou fraca (diluída) (CERRI, 2012; SILVA *et al.*, 2017).

De acordo com outro estudo feito para determinar a quantidade de malte e adjuntos presentes nas cervejas comerciais nacionais do tipo *pilsen*, percebeu-se que 95,6 % usaram malte e adjunto cervejeiro em sua produção (91,3 % derivados de milho ou açúcar de cana e 4,3 % derivados de arroz:), os outros 4,3 % eram cervejas "puro malte". Destas, 3,7 % eram cervejas com menos de 50 % de malte em sua composição (adulteradas de acordo com a legislação), 28,6 % delas estavam na faixa de incerteza para adjunto e 67,7 % tinham malte dentro do limite estabelecido pela lei (SLEIMAN *et al.*, 2010).

O lúpulo é outro componente muito importante na produção de cerveja. O cultivo da planta destina-se principalmente à utilização na indústria cervejeira, cujo maior interesse deve-se a uma substância presente nas inflorescências femininas, popularmente conhecidas como lupulina, que proporciona o sabor amargo característico da cerveja (RODRIGUES *et al.*, 2015). A lupulina é constituída por pequenas partículas ou pó amarelado que se localizam dentro das inflorescências que são protegidas pelas brácteas e bractéolas. As proporções de compostos presentes na lupulina podem alterar de acordo com a cultivar, contudo o tipo de compostos que constitui a planta é comum a todas as cultivares, por exemplo, ácidos alfas, ácidos betas, óleos essenciais e polifenóis (MORAIS, 2015).

O lúpulo pode ser introduzido durante o processo de fabricação por diferentes meios classificados como produtos do lúpulo. Estes podem se apresentar na forma de extratos, *pellets* e inflorescências. Das plantas são extraídas as inflorescências, pois estes compostos possuem ácidos alfas com o aroma responsável pelo sabor amargo (MORAIS, 2015).

A água é outra matéria-prima fundamental para produção da bebida, ela compõe até 95% da cerveja. À medida que a quantidade de sais e compostos orgânicos que se encontram dissolvidos na água aumenta, os processos químicos e enzimáticos que acontecem na fermentação são influenciados e podem gerar sabores e odores indesejáveis (FILHO, 2016).

Algumas análises físico-químicas são necessárias para manter a qualidade da água cervejeira como determinação de pH ($\cong 5,5$), da dureza, de carbonatos, odor, turbidez, coloração e sabor. A água que não estiver dentro dos parâmetros esperados pode passar por diferentes tratamentos para purificá-la ou modificá-la antes de ser utilizada no processo produtivo da cerveja (FILHO, 2016).

A metodologia tradicional aplicada na produção de cerveja pode ser dividida em oito etapas (moagem do malte, mosturação/ tratamento enzimático, filtração, fervura e tratamento do mosto, fermentação, maturação e clarificação). O processo inicia-se com a moagem do malte, em que ocorre a redução de tamanho do grão, com o rompimento da casca, expondo o endosperma e facilitando a atividade enzimática (FILHO, 2016).

Em seguida, ocorre a mosturação também denominada de brasagem. Essa etapa consiste na mistura do malte (moído) com água quente. Essa etapa favorece a ativação das enzimas do malte, que permitem a obtenção de quantidades apropriadas de açúcares fermentáveis que serão usados pelas leveduras empregadas na etapa de fermentação (ABOUMRAD & BARCELLOS, 2015).

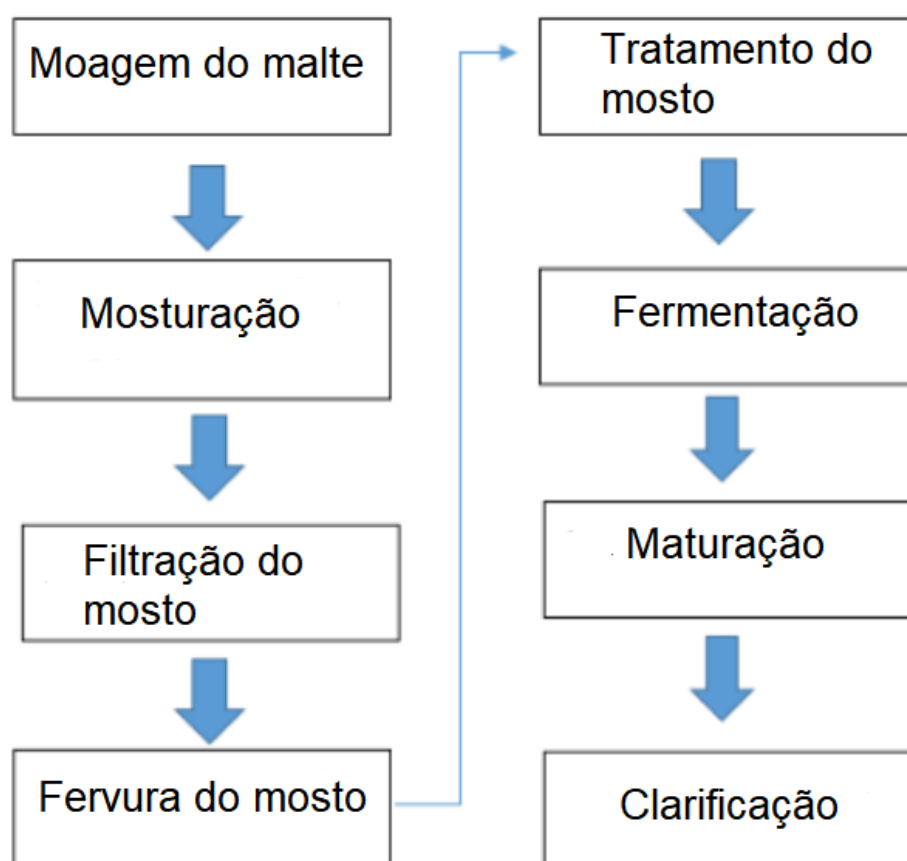
A fase seguinte, filtração do mosto, é indispensável para que se obtenha um mosto brilhante e translúcido sem a presença de sedimentos. O grau de eficiência da filtração interfere diretamente na qualidade do produto final, filtrações ineficientes podem trazer falhas na fermentação do mosto e provocar a formação de produtos indesejáveis na bebida (HESPANHOL, 2010).

Na fervura do mosto, realiza-se a etapa de maior consumo energético na produção de cerveja. O processo tem como objetivo a elevação da temperatura que permite esterilização do mosto, inativação das enzimas do malte, maior fixação de oxigênio no mosto, extração e isomerização dos compostos derivados do lúpulo (formação do aroma), precipitação de proteínas do mosto e queda do pH. Em seguida é feito o tratamento do mosto, remoção dos precipitados formados na fervura (TELES, 2007).

Durante a produção cervejeira, são utilizados microrganismos que vão produzir metabólitos propiciando as propriedades organolépticas do produto, além da produção de álcool a partir da conversão de açúcares fermentáveis. Os microrganismos mais utilizados são as leveduras do gênero *Saccharomyces* que estão presentes naturalmente em fermentações espontâneas não inoculadas (VARELA, 2016).

Depois da fermentação primária realiza-se um novo ciclo de fermentação, cujo objetivo é remoção das células de leveduras que estavam e inclusão de novas células (culturas de leveduras). Para melhorar algumas características (sabor, aroma, turbidez) da cerveja que passou pela fermentação primária, submete-se ao processo de maturação (fermentação secundária). Nesta etapa, a cerveja é armazenada e o restante de leveduras utilizarão as pequenas quantidades de carboidratos que poderão ser adicionados, induzindo assim reações que propiciam as características organolépticas (características do produto), ocorrendo também a formação de dióxido de carbono. Esse composto contribui para formação de espuma e frescor da cerveja (FILHO, 2016).

Figura 1: Fluxograma da fabricação de cerveja.



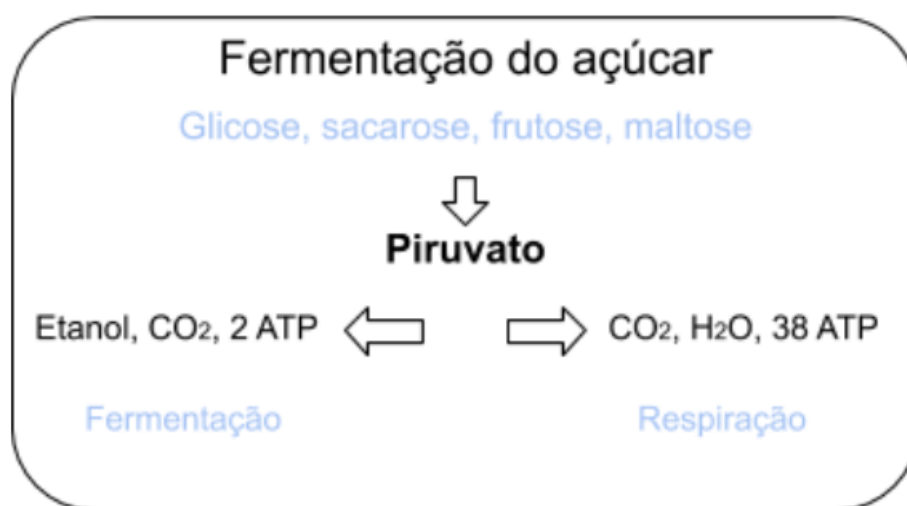
Fonte: adaptado de FILHO, 2016.

Normalmente os processos fermentativos começam com a seleção do agente biológico adequado (microrganismo ou enzima); posteriormente ocorre a transformação da matéria-prima no produto final. Para que o processamento aconteça adequadamente são consideradas algumas condições de controle do processo como

pH e temperatura (MONTEIRO & SILVA, 2009). O processo fermentativo da cerveja se dá pela fermentação produzida por microrganismos, mas antes da fermentação ocorre o processo enzimático que intensifica as hidrólises amiláceas, capazes de catalisar a transformação do amido em açúcares fermentáveis que são utilizados pelos microrganismos fermentadores (MALAJOVICH, 2016).

A fermentação da cerveja se dá pelo uso de diferentes espécies de leveduras do gênero *Saccharomyces*. As mais utilizadas são as *S. cerevisiae*, mas todas realizam essencialmente a mesma função de transformar carboidratos em etanol e gás carbônico. Auxiliam assim, nas características organolépticas do produto obtido, diferindo de uma cepa para outra, pois existem pequenas diferenças bioquímicas de metabolismo que resultam no desenvolvimento de substâncias que conferem odor e sabor (CARVALHO *et al.*, 2006).

Figura 1: Conversão dos açúcares durante o metabolismo de *S. cerevisiae*.



Fonte: adaptado de WALKER & STEWART, 2016.

Os microrganismos utilizam-se de enzimas para poderem fazer as transformações requeridas para a produção cervejeira. As enzimas são proteínas habilitadas na catálise de reações biológicas que promovem a redução no tempo de execução de uma reação, acelerando-a. Atualmente as enzimas são aplicadas industrialmente e podem ser conseguidas a partir de fontes animais, vegetais e de microrganismos. Estas proteínas especializadas participam de vários processos nas indústrias de alimentos: seu mercado mundial vem crescendo e representa 60%. A tendência é que ocorra o surgimento de novos campos de aplicação de enzimas com o desenvolvimento de novas tecnologias que as utilizem (MONTEIRO & SILVA, 2009).

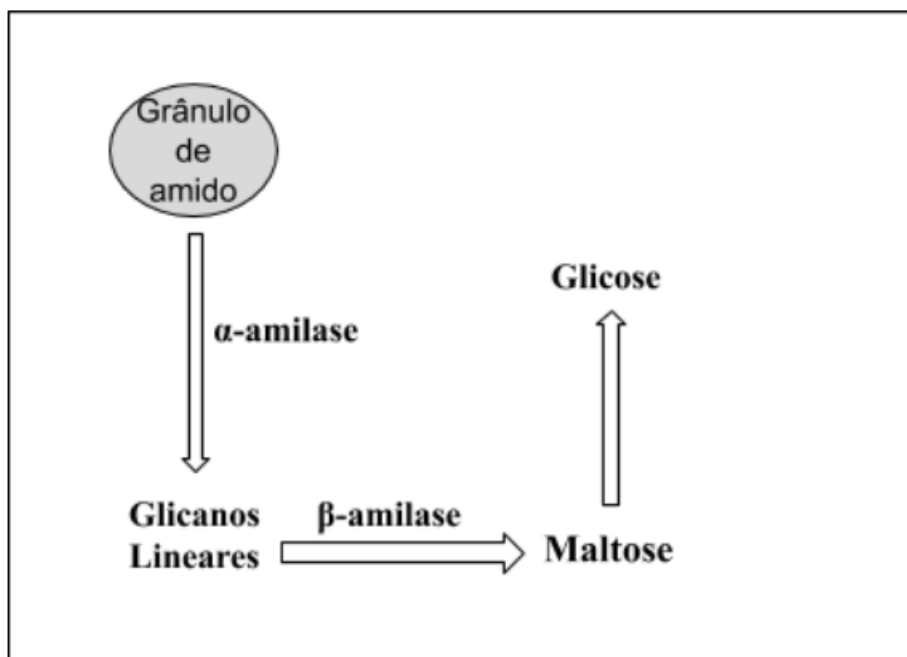
Na fabricação da cerveja, as enzimas atuam como catalisadoras na transformação de amido em açúcares fermentáveis. Para uma boa produção da bebida se faz o processo de maltagem, em que os grãos de cevada germinados são secados e moídos. Na germinação, as principais enzimas que atuam sobre o amido na cerveja são as α -amilases e β -amilases, capazes de catalisarem a transformação do amido em açúcares fermentescíveis. Sem essas reações enzimáticas as leveduras não fermentariam ou teriam maior dificuldade na fermentação do amido (MALAJOVICH, 2016).

A degradação do grânulo de amido é catalisada pela α -amilase, que acelera a reação da conversão de amido em maltose e glicose no endosperma. As enzimas hidrolisam o grânulo de amido de acordo com a natureza das dextrinas limite que aparecem no endosperma como amido consistente, as α -amilases tem atuação inicial, seguida pelas β -amilases (Smith *et al.*, 2005).

A α -amilase é uma endoenzima de ação retentora ($\alpha \rightarrow \alpha$) que reduz a massa molecular média de polímeros de amido. Ela é o membro representativo da família 13 das glicosidases, o pH ótimo depende do tamanho do substrato, mas geralmente os parâmetros apontam um intervalo de pH ótimo entre 4 – 7, a temperaturas que podem variar entre 30 – 130 °C. Os produtos finais da enzima são α -dextrinas e malto-oligossacarídeos compostos por unidades de glicose que podem variar de 2 a 12 (DAMODARAN *et al.*, 2010).

Já as β -amilases são exoglicosidases de ação inversora ($\alpha \rightarrow \beta$) que liberam unidades de maltose iniciadas nas extremidades não redutoras de cadeias de amilose, sendo um membro da família 14 das glicosidases. A atividade extensiva da β -amilase sobre o amido produz uma mistura de maltose e β -dextrinas, e cujo pH ótimo é mais alcalino do que a das α -amilases variando entre cinco e sete e apresentando temperatura ótima no intervalo de 45 – 70°C (DAMODARAN *et al.*, 2010).

Figura 2: Conversão do amido em maltose e glicose no endosperma de cereais



Fonte: adaptado de SMITH *et al.*, 2005.

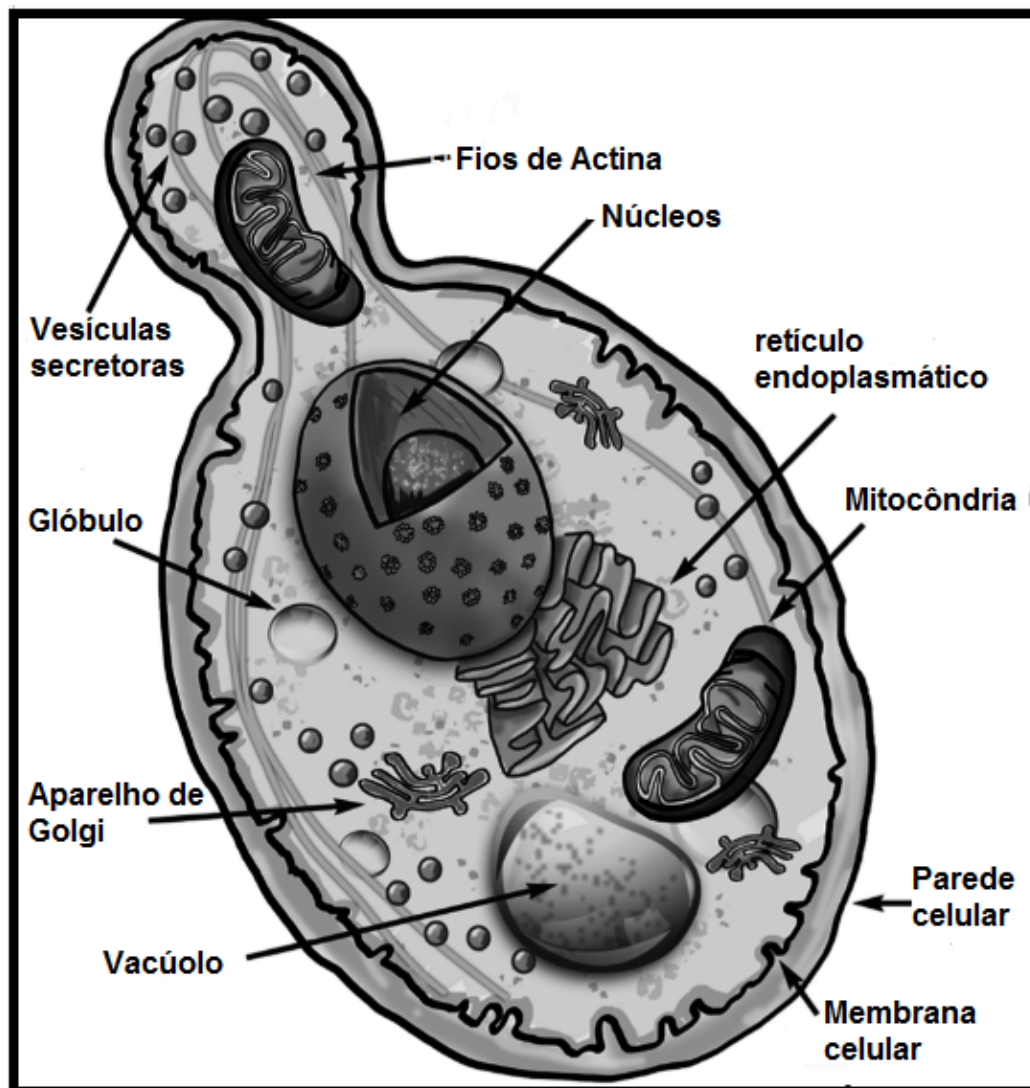
Em um estudo feito para avaliar a expressão da alfa e beta amilase durante a germinação de cevada observou-se que nas 8 horas finais das primeiras 24 horas, ocorre o primeiro grande aumento da enzima α -amilase. Posteriormente ocorre um aumento moderado até 64 horas. Depois de 72 horas de germinação, constatou-se um aumento significativo que passou de 0,0437 U/mg (tempo zero) para 0,0828 U/mg (tempo 84 horas). Já a β -amilase apresentou uma atividade que passou de 0,0510 U/mg (tempo zero) para 0,1136 U/mg (tempo 84 horas), um aumento de 2,23 vezes (SILVA *et al.*, 2010).

A conversão dos açúcares fermentáveis em álcool durante a fermentação é o processo mais importante na produção da bebida alcoólica. Contudo, a atividade microbiana durante o processo é consideravelmente mais complexa do que apenas a produção de álcool. Normalmente envolve a ação de uma grande variedade de leveduras e bactérias com produção de metabólitos que afetam as características organolépticas da cerveja (VARELA, 2016).

As leveduras são os microrganismos responsáveis pela fermentação. São fungos unicelulares que possuem particularidades estruturais semelhantes às células eucarióticas superiores (parede celular, núcleo, mitocôndrias, retículo endoplasmático, aparelho de Golgi, vacúolos e vesículas secretoras). A *S. cerevisiae* usada na fabricação de cerveja tem forma elipsóide, possui um diâmetro entre 5 a 10

μm e um diâmetro menor de cerca de $5 \mu\text{m}$ semelhante à figura 4 (WALKER & STEWART, 2016).

Figura 3: Célula típica de *Saccharomyces cerevisiae*.



Fonte: adaptado de WALKER & STEWART, 2016.

A linhagem mais utilizada na produção de cerveja “ale” são as *S. cerevisiae* e fermentam em temperaturas mais altas comparadas com as *S. pastorianus* (híbridas das espécies *S. cerevisiae* e *S. eubayanus*) que são amplamente utilizadas na fabricação das cervejas “lager”. Ambas as linhagens pertencem à mesma espécie, elas são distinguíveis por suas propriedades fisiológicas e bioquímicas conforme a tabela 1 (FILHO, 2016. WALKER & STEWART, 2016).

Tabela 1: Diferenças entre as cepas de *Saccharomyces*.

Diferentes parâmetros	Cepa Ale	Cepas Lager
Genética	Seleção	Produção de álcool
	Cariótipo	Variável
Crescimento	Esporulação	Fraca
	Taxa de crescimento	Baixa
	Floculação	Flocula fracamente (comportamento de flotação) / Flocula fortemente (comportamento de sedimentação)
Metabolismo	Fermentação	Alta taxa
	Utilização de açúcar	A glicose inibe o consumo da maltose de alta afinidade / A glicose não inibe o consumo da maltose de alta afinidade
	Temperatura de fermentação	20 °C a 25 °C / 9 °C a 14 °C

Fonte: adaptado de CARVALHO *et al.*, 2006.

As cepas utilizadas na maioria das vezes são fornecidas por empresas, laboratórios produtores de leveduras. Em alguns processos de menor escala (artesanal), podem acontecer as fermentações espontâneas que dependem dos microrganismos contaminantes do meio (leveduras selvagens) presentes nas matérias-primas e nas instalações de produção (WALKER & STEWART, 2016).

Em cervejas, os processos fermentativos são classificados essencialmente em dois tipos: “ale” (alta fermentação) e “lager” (baixa fermentação). As cervejas “ale” são de alta fermentação, produzidas em temperaturas entre 20°C a 25°C com extrato primitivo acima de 12,5%. Durante o processamento, as leveduras flutuam e, depois da fermentação, o produto desenvolve sabor amargo forte, levemente ácido com teor alcoólico entre 4% e 8%. Já as cervejas conhecidas como “lager” são de baixa fermentação que ocorre na temperatura entre 9°C e 14°C. Neste processo o levedo fica depositado no fundo do tanque (CARVALHO, 2007).

Em consequência das baixas temperaturas durante o processo das cervejas “lager”, seus sabores e aromas são mais suaves e leves em comparação com as “ale”. Existe esta diferenciação tecnológica no setor de cervejarias, com as espécies de leveduras cervejeiras do gênero *Saccharomyces* que influenciam em diferentes características finais no produto (SILVA & FARIA, 2008).

O processamento dos dois principais tipos de cerveja começa a mudar antes da etapa de fermentação, depois do tratamento do mosto. Na cerveja “ale” a

fermentação principal dura entre 3 e 5 dias, período após o qual passa pela maturação (fermentação secundária), que pode chegar a uma semana, posteriormente ocorre a clarificação e o envase. Na “lager”, a fermentação principal dura de 7 a 10 dias, em seguida realiza-se a maturação que pode variar entre 3 a 5 semanas e depois uma clarificação seguida de filtração e envase (FILHO, 2016).

A etapa de clarificação tem a finalidade de separar as substâncias solubilizadas na maturação daquelas partículas em suspensão, essencialmente as células de fermento. Depois desse procedimento a cerveja fica mais transparente e brilhante. A clarificação não deve alterar a composição e o sabor da cerveja, mas é fundamental para garantir sua aparência, atribuindo-lhe uma apresentação cristalina (CARVALHO, 2007).

Após a maturação e a clarificação ou filtração, a bebida passa por uma fase de acabamento. Para finalizar o produto a cerveja pode passar pela carbonatação (receber dióxido de carbono). Geralmente nessa etapa também são introduzidos estabilizantes e antioxidantes dentre outras substâncias que irão garantir a qualidade da cerveja e aumentar seu tempo de prateleira (CARVALHO, 2007).

A ordem desses processos pode ser alterada, determinadas etapas podem ser descartadas ou substituídas. Este modelo é um exemplo de uma produção de grandes escala, no entanto o tipo de produção (artesanal, caseira, micro cervejarias), ou o estilo de cerveja que se deseja produzir, resulta em algumas modificações. Por exemplo as micro cervejarias que utilizam diversas estratégias e metodologias para atrair seus consumidores e produzir produtos diferentes, entre essas estratégias, estão: vender cervejas não pasteurizadas com nome de “cervejas vivas ou cervejas verdes” devido às leveduras vivas em solução no produto (MATOS, 2011).

Feito isso as cervejas são envasadas. Dentre as embalagens, a mais utilizada são as garrafas de vidro, que nas indústrias são higienizadas com solução de hidróxido de sódio. Contudo, para o acondicionamento da bebida, também são usadas latas de alumínio e barris (CARVALHO, 2007; HESPANHOL, 2010).

Após o envase da bebida, geralmente realiza-se uma pasteurização. Este é um processo térmico, no qual a cerveja envasada (sistema *in-package*) é submetida a um aquecimento seguindo um binômio tempo e temperatura que pode variar de acordo com o produto, seguido de resfriamento. A pasteurização proporciona maior durabilidade (em torno de seis meses) e estabilidade química no produto final (FONTANA, 2009).

Depois da pasteurização a cerveja passa pela rotulagem, onde são acrescentadas informações de validade, lote e fabricação. Em seguida a bebida é encaminhada para a fase de expedição para ser comercializada (BALDO, 2014). A tabela 2 traz alguns dos coadjuvantes de tecnologia que são permitidos na fabricação de cervejas.

Tabela 2: Coadjuvantes de tecnologia que são permitidos na fabricação de cervejas.

Função	Coadjuvantes de tecnologia
Agente de clarificação/ Filtração	Albumina
	Bentonina
	Carvão ativo
	Terra diatomácea
Agente de controle de microrganismos	Ácido fosfórico
	Ácido sulfúrico
Aditivos alimentares e suas respectivas funções	
Acidulante/ regulador de acidez	Ácido láctico
	Ácido málico
	Ácido cítrico
Antioxidante	Dióxido de enxofre, anidrido sulfuroso
	Sulfato de sódio
	Metabissulfito de potássio
	Ácido ascórbico
Corante	Riboflavina
	Carmim, cochonilha, ácido carmínico
	Caramelo

Fonte: adaptado da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2011.

3 CONCLUSÃO

A cerveja é uma bebida amplamente consumida. Assim, é importante que as técnicas na produção continuem melhorando. Para tal, é preciso entender os aspectos tecnológicos empregados na produção a fim de se ter um produto com qualidade e seguro para o consumo. As cervejas podem ser classificadas pelo extrato primitivo, teor alcoólico, coloração final e malte.

A bebida também pode ser diferenciada pela fermentação utilizada na fabricação: na fermentação “lager” o levedo fica depositado no fundo do tanque e a temperatura fica entre 9°C e 14°C. Já na fermentação “ale” cujas leveduras flutuam durante o processo a temperatura varia de 20°C a 25°C. A maior parte das cervejas produzidas no Brasil e no mundo são as de baixa fermentação.

Esse trabalho buscou compilar as principais informações acerca da tecnologia de produção cervejeira, podendo ser fonte de consulta rápida sobre as principais etapas e características gerais de fermentação da cerveja, produto muito apreciado e consumido no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUMRAD, J. P. BARCELLOS, Y. C. **Análise e Simulação das Operações de Mosturação e Fermentação no Processo de Produção de Cervejas**. Niterói –RJ 2015 Disponível em:
<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/1624/1/Projeto%20Final%20-%20Yvie%20e%20Jean.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA -ANVISA. **RESOLUÇÃO-RDC Nº 65, DE 29 DE NOVEMBRO DE 2011**. Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para fabricação de cervejas. Disponível em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0065_29_11_2011.html. Acesso em: 08 nov. 2019.

ARAUJO, F.; SILVA, P.; MINIM, V. **Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro**. 2003. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v23n2/v23n2a04>. Acesso em 3 mai. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA – **CERVBRASIL**. Anuário 2016. São Paulo, 2016. Disponível em:
http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/CervBrasilAnuario2016_WEB.pdf. Acesso em: 27 set. 2019.

BALDO, T. A. **O problema integrado de dimensionamento e sequenciamento de lotes no processo de fabricação da cerveja: modelos e métodos de solução**. São Carlos, 2014. Disponível em:
<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-12032015-161656/en.php>. Acesso em: 8 nov. 2019.

BRASIL. **A Cerveja no Brasil- MAPA**. 2017. Disponível em:
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pastapublicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf/view>. Acesso em: 24 set. 2019.

BRASIL. **Anuário da cerveja no Brasil - Edição 2017- MAPA**. 2018. Disponível em:
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/anuario-da-cerveja-no-brasil-mapa.pdf/view>. Acesso em: 24 set. 2019.

BRASIL. **DECRETO Nº 9.902/2019**. Altera o Anexo ao Decreto nº 6.871, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. 2019.

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 54, DE 5 DE NOVEMBRO DE 2001**. Regulamento Técnico Mercosul de Produtos de Cervejaria- Regimento Interno da Secretaria, aprovado pela Portaria Ministerial nº 574, de 8 de dezembro de 1998.

CARNEIRO, H. S. Comida e Sociedade: Significados Sociais na História da Alimentação. História: Questões & Debates. Curitiba. Editora UFPR.n. 42, p. 71 – 80, 2005.

CARVALHO, G. B. M.; BENTO, C. V.; SILVA, J. B. A. Elementos Fundamentais no Processo Cervejeiro: 1ª parte- As leveduras. **Revista Analítica**. São Paulo, 2006. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4075236/mod_resource/content/1/Carvalho2006%20Artigo_Analitica_1_As_Leveduras.pdf. Acesso em: 28 out. 2019.

CARVALHO, L. G. Produção de Cerveja. Dossiê Técnico. **REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em:

<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>. Acesso em: 08 nov. 2019.

CASCUDO, L. C., História da alimentação no Brasil. 3 edição. **Global**, 2004.

CERRI, C. F. F. Utilização de arroz preto do tipo IAC-600 (*Oryza sativa*) como adjunto para a produção de cerveja. 2012. 34 f. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Química) – Universidade de São Paulo, Lorena, 2012. Disponível em . Acesso em: 05 abr 2015.

D'AVILA, R. LUVIELMO, M. MENDONÇA, C. JANTZEN, M. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, 2012. Disponível em:

<file:///C:/Users/Dhyovana/Downloads/4160-13912-1-SM.pdf>. Acesso em 12, out. 2019.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. Química de Alimentos de Fennema. 4. ed., Porto Alegre: **Artmed**, 900p. 2010.

FERNANDES, J. A. **Selvagens Bebedeiras: Álcool, Embriaguez e Contatos Culturais no Brasil Colonial**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal Fluminense, 2004. Disponível em:

http://www.historia.uff.br/stricto/teses/Tese-2004_FERNANDES_Joao_Azevedo-S.pdf f. Acesso em: 23, set. 2019.

FONTANA, D. H. G. **Elaboração de um modelo para o controle do processo de pasteurização em cerveja envasada (sistema *in-package*)**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/18596>. Acesso em: 08 nov. 2019.

FILHO, W. G. Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia. v. 1, 2 edição, **Blucher**. 2016.

HESPAANHOL S. I. **Optimização de Processos na Indústria Cervejeira**, Tese de Mestrado. Universidade do Porto. 2010. Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/69221/1/000150504.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

JUNIOR, A. A., VIEIRA, A. G., & FERREIRA, T. P. **Processo de Produção de Cerveja**. **Revista Processos Químicos**. 2009. Disponível em:

<https://doi.org/10.19142/rpq.v03i06.p61-71.2009>. Acesso em: 28 out. 2019.

LIMA, L. A. FERNANDES, L. T. SILVA, M. L. SILVA, L. X. **Sinopse do cenário cervejeiro: O advento da produção e o mercado na região Centro Oeste**. 2017.

Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/23041>. Acesso em: 28 out. 2019.

MALAJOVICH M. A. Biotecnologia. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2016.

MATOS, R. A. G. **Produção de cervejas artesanais, avaliação de aceitação e preferência, e panorama do mercado**. 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/25472>. Acesso em: 26 nov. 2019.

MEGA, J.; NEVES, E.; ANDRADE, C. A produção de cerveja no Brasil. **Citino**. vol. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <https://www.hestia.org.br/wpcontent/uploads/2012/07/CITINOAno1V01N1Port04.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2019.

MONTEIRO, V. N., & Silva, R. do N. **Aplicações Industriais da Biotecnologia Enzimática**. *Revista Processos Químicos*, 3(5), 9-23. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.19142/rpq.v3i5.83>. Acesso em: 29 out. 2019.

MORAIS, J. S. **O Lúpulo: Cultivares e Extrato**. Instituto Politécnico de Bragança. 2015. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/11625/3/LivroDeActas.pdf#page=17>. Acesso em: 15, out. 2019.

PRADO, J. L. Uso de antibióticos convencionais e antimicrobianos a base de lúpulo no controle da infecção bacteriana em fermentação alcoólica. 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90680>. Acesso em: 03 ago. 2019.

REBELLO, F. **Produção de cerveja**. *Revista Agrogeoambiental*, 2009. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/224/220>. Acesso em: 03 mai. 2018.

RODRIGUES, M. â. MORAIS, J. S. CASTRO, J. P. O lúpulo: da cultura ao extrato. **Técnica cultural tradicional, Bragança**. 2015. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/11625/3/LivroDeActas.pdf#page=17>. Acesso em: 15 out. 2019.

ROSA, S. E., COSENZA, J. P. LEÃO, L. T. Panorama do setor de bebidas no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 23, p. 101-137. 2006. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2607/1/BS%2023%20Panorama%20do%20Setor%20de%20Bebidas%20no%20Brasil_P.pdf. Acesso em 11 ago. 2019.

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

SILVA, I. J. SANTOS, Y. L. OLIVEIRA, M. G. SILVA, P. H. **Expressão da alfa e beta amilase durante a germinação de cevada**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.12, n.1, p.67-73, 2010. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev121/Art1219.pdf>. Acesso em: 03 out. 2019.

SILVA, J. F. **Estudo comparativo da fracção proteica de maltes, mostos e cervejas provenientes das variedades de cevada Scarlett e Prestige**. Porto, 2005.

Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/63989>. Acesso em: 13, out. 2019.

SILVA, P. H. A. FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 28, núm. 4, pp. 902-906. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3959/395940089021.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2019.

SILVA, R. ESTEVES, D. A. DEPIERI, M. **estudo da influência de diferentes tipos de adjuntos no processo de fabricação da cerveja**. 2017. Disponível em: <https://revistafoco.inf.br/index.php/FocoFimi/article/view/252>. Acesso em 13 out. 2019.

SLEIMAN, M. FILHO, W. DUCATTI, C. NOJIMOTO, T. Determinação do percentual de malte e adjuntos em cervejas comerciais brasileiras através de análise isotópica. **Ciênc. agrotec.** vol.34 no.1 Lavras. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000100021. Acesso em: 12 out. 2019.

SLEIMAN, M. Produção de cerveja com extrato de malte nas formas de xarope e pó: análise físico-química, sensorial e energética. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012. Disponível em . Acesso em: 12 out. 2019.

TELES, J. A. **Estudo da produção de mosto concentrado lupulado a partir de extrato de malte concentrado, xarope de alta maltose e lupulo**. Dissertação (mestrado) UNICAMP, SP. 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255530>. Acesso em: 5 nov. 2019.

VARELA, C. *The impact of non-Saccharomyces yeasts in the production of alcoholic beverages*. 2016. Disponível em: <http://webbscohost.ez110.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=33eb3449-ab35-4294-a9bd-d9caa8d45fe6%40sessionmgr101>. Acesso em 27, set. 2019.

WALKER, G. M. STEWART, G. G. *Saccharomyces cerevisiae in the Production of Fermented Beverages*. **Beverages** 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/beverages2040030>. Acesso em: 08 nov. 2019.

