

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
ANA PAULA ALVES DE SOUSA

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM DIFERENTES TEORES
ALCOÓLICOS: AVALIAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL

FORMIGA – MG
2017

ANA PAULA ALVES DE SOUSA

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM DIFERENTES TEORES
ALCOÓLICOS: AVALIAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG,
como requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Ms^a. Christiane Pereira Rocha Sousa

FORMIGA – MG

2017

S725

Sousa, Ana Paula Alves de.

Produção de cerveja artesanal com diferentes teores alcoólicos:
avaliação química e sensorial / Ana Paula Alves de Sousa. – 2017.
80 f.

Orientadora: Christiane Pereira Rocha Sousa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Química)-Centro Universitário de Formiga-UNIFOR, Formiga,
2017.

1. Cerveja artesanal. 2. Diferentes teores alcoólicos. 3. Fermentação
alcoólica. I. Título.

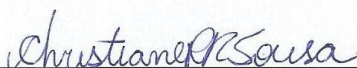
CDD 664

Ana Paula Alves de Sousa

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM DIFERENTES TEORES
ALCOÓLICOS: AVALIAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL

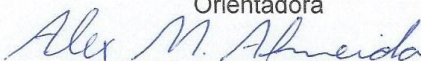
Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Química do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA




Prof^ª. Ms. Christiane Pereira Rocha Sousa

Orientadora



Prof. Dr. Alex Magalhães de Almeida

UNIFOR-MG



Prof^ª. Ms. Tânia Aparecida de Oliveira Fonseca

UNIFOR-MG

Formiga, 30 de outubro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e por estar sempre me iluminando e abençoando para alcançar todos os meus sonhos.

Aos meus pais, Divino e Romilda, e ao meu irmão, que são meu porto seguro, obrigada pelo amor e confiança que sempre depositaram em mim, sem vocês nada disso faz sentido.

Ao meu namorado Tales, pela compreensão, amor e por sempre me apoiar e acreditar no meu sucesso.

Aos meus amigos queridos, pela força e por dividir comigo alegrias e tristezas.

A minha orientadora e amiga, Chris, que se tornou uma pessoa especial durante minha vida universitária, obrigada pelo suporte e incentivo, e pelo crescimento que você me proporcionou, quero levá-la para sempre comigo.

A UNIFOR-MG pela oportunidade, por ser uma Instituição amigável, e pelos projetos de pesquisas desenvolvidos, que sou muito satisfeita em ter feito parte.

Enfim, agradeço a minha família e grandes colegas que conquistei nessa jornada, e a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

RESUMO

A cerveja é uma bebida obtida pela fermentação alcoólica cujo processo de elaboração é cada vez mais atenuado e melhor controlado. A produção artesanal utiliza técnicas que não necessitam de equipamentos com alta tecnologia, permitindo obter assim um produto final com mais sabor e diferentes teores alcoólicos. Diante disso o objetivo do presente trabalho foi produzir cervejas artesanais com teores alcoólicos distintos e boa aceitabilidade. O processo de produção da cerveja seguiu as seguintes etapas: moagem do malte, brassagem ou mosturação, filtração, fervura, resfriamento, fermentação, maturação, carbonatação e envase. Foram verificados o teor alcoólico, a quantidade de açúcares totais e a aceitabilidade das amostras. Para a determinação de açúcares totais seguiu-se a metodologia de Fehling e para a obtenção do seu teor alcoólico foi utilizado o densímetro. Foram realizados testes sensoriais de aceitação das cervejas produzidas, comparando-as com as tradicionais, em relação à coloração, aparência, odor, textura, sabor e gaseificação. As cervejas elaboradas neste estudo, apesar de apresentarem resultados satisfatórios, por mostrarem que o malte e o açúcar invertido são determinantes para o seu teor alcoólico, precisam ser mais bem elaboradas visando melhores características sensoriais.

Palavras-chave: Cerveja artesanal. Diferentes teores alcoólicos. Fermentação alcoólica.

ABSTRACT

Beer is a beverage obtained by alcoholic fermentation which its process of elaboration is increasingly attenuated and better controlled. The craft production uses techniques that do not require equipment with high technology allowing one to obtain a final product with more flavor and different alcohol content levels. Therefore, the objective of this work was to produce craft beers with different alcohol content and good acceptability. The brewing process followed the following stages: malting, mixing or filtering, filtration, boiling, cooling, fermentation, maturation, carburation and packaging. The total alcohol content level, the level of sugar and the acceptability of the samples were checked. For the determination of total sugar levels, the Fehling methodology was followed and the densimeter was used to obtain the alcohol content level. Sensory acceptance tests were performed on the beers produced, comparing them with traditional ones, regarding collaboration, appearance, odor, texture, flavor and gasification. The craft beers elaborated in this study, despite having satisfactory results, since they showed that malt and inverted sugar are determinant for their alcohol content levels, they still must be better elaborated aiming at better sensorial characteristics.

Keywords: Craft beer. Different levels of alcohol. Alcoholic fermentation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Matérias-primas essenciais à produção de cerveja artesanal.....	15
Figura 2 - Classificação de cor nas escalas SRM e EBC.....	21
Figura 3 - Corantes para adição nas cervejas.....	22
Figura 4 - Malte ingrediente principal da cerveja.....	30
Figura 5 - Influência do malte na cerveja	30
Figura 6 - Flor de lúpulo, responsável pelo sabor e aroma da cerveja.....	32
Figura 7 - Lúpulo na forma de pellets.....	33
Figura 8 - Levedura do processo de cerveja artesanal	34
Figura 9 - Adjuntos diversos para a cerveja artesanal	36
Figura 10 - Grãos moídos ideal para o processo	37
Figura 11 - Brassagem ou mosturação da cerveja.....	38
Figura 12 - Etapa da clarificação/filtragem do mosto	40
Figura 13 - Fervura do mosto.....	41
Figura 14 - Resfriamento utilizando o chiller imerso no mosto.....	43
Figura 15 - Processo de fermentação	44
Figura 16 - Relação entre o tempo e o extrato	45
Figura 17 - Cervejas artesanais engarrafadas	49
Figura 18 - Fluxograma do processo cervejeiro e seus principais resíduos.....	49
Figura 19 - Balança digital analítica	52
Figura 20 - Moinho de cereais.....	53
Figura 21 - Caldeirão.....	53
Figura 22 - Termômetro	54
Figura 23 - Filtragem do mosto	55
Figura 24 - Processo de fervura.....	55
Figura 25 - Densímetro	56
Figura 26 - Chiller imerso no caldeirão.....	56
Figura 27 - Chiller conectado a torneira	57
Figura 28 - Fermento hidratado.....	57
Figura 29 - Balde fermentador/maturador	58
Figura 30 - Máquina fixadora de tampinhas.....	59
Figura 31 - Medição da densidade.....	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Coloração das cervejas	66
Gráfico 2 - Aparência das cervejas	67
Gráfico 3 - Odor das cervejas.....	68
Gráfico 4 - Textura das cervejas	69
Gráfico 5 - Sabor das cervejas	70
Gráfico 6 - Gaseificação das cervejas.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre o tipo de cerveja e o teor de extrato primitivo	20
Tabela 2 - Enzimas: temperatura e pH ideal para sua atuação.....	39
Tabela 3 - Quantidade de açúcares para o priming em diferentes estilos de cerveja	47
Tabela 4 - Relação entre CO ₂ e alguns estilos de cerveja	48
Tabela 5 - Matérias primas utilizadas na elaboração das diferentes cervejas artesanais.....	51
Tabela 6 - Título álcool volumétrico e Açúcares totais presentes nas cervejas produzidas.....	64
Tabela 7 - Título álcool volumétrico e classificação do teor alcoólico das cervejas tradicionais para comparação	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo Geral.....	13
2.2	Objetivos Específicos	13
3	JUSTIFICATIVA	14
4	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1	Tipos de Cervejas.....	16
4.2	Legislação Brasileira	19
4.3	Classificações das Cervejas	20
4.4	História da cerveja no Brasil e no mundo	24
4.5	Cerveja artesanal.....	25
4.6	Mercado mundial e nacional de cervejas	26
5	PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJA ARTESANAL	28
5.1	Matérias-primas.....	28
5.2	Processo de fabricação	36
5.2.1	Moagem do malte	37
5.2.2	Mosturação ou brassagem	38
5.2.3	Filtração do mosto	39
5.2.4	Fervura	40
5.2.5	Resfriamento	41
5.2.6	Fermentação	43
5.2.7	Maturação	46
5.2.8	Carbonatação	46
5.2.9	Envase.....	48
5.3	Fluxograma do processo de fabricação da cerveja artesanal.....	49
6	MATERIAL E MÉTODOS.....	51
6.1	Matérias-primas para produção da cerveja.....	51

6.2	Metodologia do processo de fabricação	52
6.3	Análises das cervejas produzidas	59
6.3.1	Determinação de açucares totais: método de Fehling	59
6.3.2	Determinação do título alcoométrico volumétrico	60
6.3.3	Análise sensorial.....	61
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
8	CONCLUSÃO	72
	REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida antiga e que acompanha a humanidade desde as primeiras civilizações. Desde o seu surgimento, vários povos continuaram produzindo cerveja, cada um a sua maneira, conforme os ingredientes e a tecnologia da época permitiam. Com o passar dos anos, foi originando diversos estilos diferentes de cerveja, que nos acompanham até hoje. A cerveja artesanal é também chamada de cerveja especial, devido a sua produção ser melhor elaborada. São cervejas produzidas com foco na variedade de cores, aromas e gostos, utilizando técnicas e receitas tradicionais. (PARANHOS, 2017).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de cerveja, que teve o aumento na produção e consumo a partir da abertura do mercado e a chegada de produtos importados a preços competitivos com os fabricados no país, além do fato de o Brasil ter períodos de elevadas temperaturas ao longo do ano, bem como o aumento da renda do consumidor brasileiro. As empresas cervejeiras, visando o aumento da produção, utilizam de diferentes densidades de mosto, alternando, a concentração de açúcares e a fermentação do mosto, o que leva a cervejas com diferentes teores alcoólicos. (BORTOLI, 2013).

As matérias-primas necessárias para a obtenção de uma cerveja de boa qualidade são a água, que deve ser uma água cervejeira bem tratada, o malte, que é o grão de cevada ou trigo após passar pelo processo de maturação, o lúpulo, que determina o sabor e aroma da cerveja, a levedura, que é o fermento e ele consome os açúcares presentes no mosto em álcool, e por fim os adjuntos, que são itens adicionados à cerveja por diversos motivos, seja para barateá-la, pela cor, aroma ou sabor. (PALMER, 2006).

As cervejas são classificadas pelo teor de álcool e extratos, pelo malte ou de acordo com o tipo de fermentação. Já o processo de produção de cerveja pode ser dividido em etapas: moagem do malte, brasagem ou mosturação, filtração, fervura, resfriamento, fermentação, maturação, carbonatação e envase. Na moagem o malte é triturado para expor o endosperma à ação das enzimas. Brassagem ou mosturação é o cozimento do malte para extrair os açúcares necessários para a fermentação da cerveja, em temperaturas controladas para melhor extrair o açúcar do malte. A filtração é necessária para a separação da parte líquida da parte sólida, deixando a cerveja mais límpida. Na fervura do mosto, acontece a esterilização do

mosto e isomerização do lúpulo, além da eliminação de contaminantes durante o processo. Durante a fervura é adicionado o lúpulo. A fermentação seguida da maturação é a fermentação alcoólica, que é a degradação de carboidratos com produção de etanol e CO₂, objetivando a produção de energia para a manutenção das funções vitais da levedura. A carbonatação é realizada para gerar uma quantidade maior de CO₂ antes de envasar, e por fim o envase, também chamado de engarrafamento, das cervejas. (OLIVEIRA, 2011).

Levando-se em consideração o fato de a cerveja ser um produto de qualidade complexa, influenciada por fatores físicos, químicos e biológicos e ainda o grande número de brasileiros que apreciam a bebida, a produção sobre os diferentes teores alcoólicos da cerveja artesanal busca-se por características promissoras, buscando satisfazer a elevada procura por consumidores de novos e diferenciados produtos cervejeiros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi elaborar, artesanalmente, cervejas com diferentes teores alcoólicos, além de quantificar a quantidade de açúcares totais e verificar a aceitabilidade das cervejas produzidas.

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos destacam-se:

- Produzir cervejas artesanais com alto, médio e baixo teor alcoólico;
- Avaliar a influência do malte e de açúcares invertidos no teor alcoólico;
- Teste de aceitação das cervejas produzidas através de análise química e sensorial.

3 JUSTIFICATIVA

Apesar da existência de grandes cervejarias industriais, muitas microcervejarias artesanais prosperam, produzindo cervejas em pequenas quantidades, usando métodos tradicionais, sendo essas cervejas responsáveis por preservar as honradas tradições e sabores de estilos clássicos de cervejas do mundo. Muito se tem estudado sobre a elaboração da cerveja, baseada em uma tecnologia de análises de processos biológicos e químicos, destacando-se pela importância dos conhecimentos obtidos sobre os aspectos biológicos e bioquímicos da fermentação e maturação da cerveja.

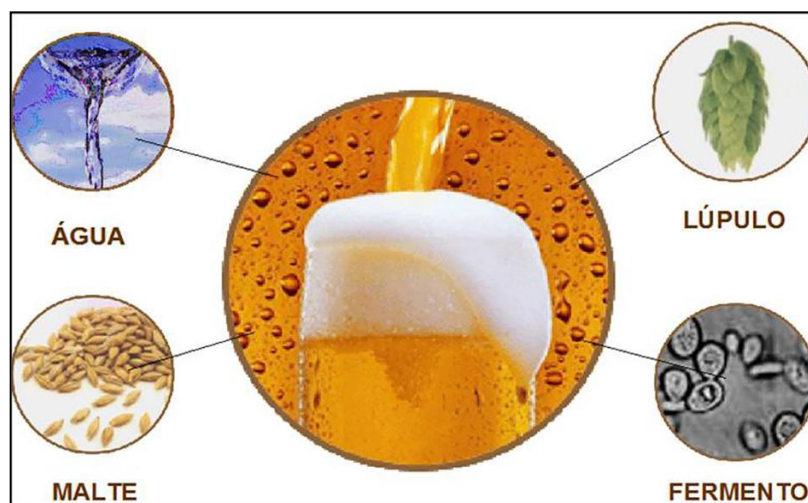
Os aspectos usados para a classificação, assim como para as características sensoriais de uma cerveja, dependem basicamente da natureza e das características das matérias-primas utilizadas, do tipo de levedura, do teor de álcool e da condução do processo de fermentação utilizado, que terão influência direta no tipo de cerveja obtida.

Mediante a estes fatores, justifica-se o interesse na elaboração de cervejas artesanais com diferentes teores alcoólicos e testes sensoriais de aceitação, buscando características inovadoras devido a grande procura de apreciadores de cervejas artesanais.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A cerveja é uma bebida conhecida em diversos países do mundo. Conforme artigo 36 do decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo, conforme demonstrado na FIG. 1. Segundo o mesmo decreto, parte do malte de cevada pode ser substituída por adjuntos cervejeiros, como por exemplo, a cevada, arroz, trigo, centeio, milho, aveia e sorgo, integrais, em flocos ou em sua parte amilácea, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal. Ressalta-se que a adição de adjuntos cervejeiros é limitada a uma quantidade máxima, e que a adição de qualquer tipo de álcool à cerveja é proibida. (BRASIL, 2009).

Figura 1 - Matérias-primas essenciais à produção de cerveja artesanal



Fonte: ROSA; AFONSO, 2015.

Existem mais de 120 estilos de cervejas, cada uma com seu próprio sabor e características diferenciadas pelas suas receitas, que são influenciadas pelas matérias-primas, que selecionam os tipos variados de cervejas. (SERAFINI, 2011).

4.1 Tipos de cervejas

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), responsável pelo registro, classificação, padronização, inspeção, controle e fiscalização da cerveja e de outras bebidas alcoólicas ou não, organiza também as cervejas, de acordo com seu tipo. De forma simplificada, com relação aos tipos mais popularmente conhecidos, pode-se considerar a existência com base no tipo de fermentação que são os grandes grupos Ales, Lagers, Lambics e também as cervejas sem álcool. (Brasil, 2009).

Qualquer alteração nos ingredientes, ou no processo produtivo, gera uma enorme variedade de sabores, podendo escolher o tipo de cerveja que mais agrada ao paladar do consumidor, sendo forte ou fraca, variando entre alto e baixo teor alcoólico, clara, escura, amarga e doce. (PALMER, 2006).

Segundo Moss ([200-]), a cerveja era uma bebida conhecida pelos sumérios, egípcios e mesopotâmios. Pela variedade de locais onde elas eram produzidas, os ingredientes e receitas muitas vezes não eram os mesmos, assim a produção não era padronizada. Desta forma, surgiram os estilos de cervejas e suas subdivisões, o que fez com que cada família cervejeira ganhasse características e qualidades únicas.

- **Ales**

As mais antigas cervejas são as do tipo Ale, tendendo a ser mais saborosas, incluindo uma variedade de sabores de cereais e ésteres produzidos durante a fermentação que lhe conferem aroma e sabor frutado. São cervejas mais complexas e maltadas, lupuladas e geralmente mais encorpadas. (MENDES, [200-]).

Nascida no século XV, na Inglaterra, Ale era um nome para nomear um tipo de bebida de alta fermentação. A palavra “ale” veio de um termo inglês que significa algo mágico. Durante muitos anos, ela era o único tipo de cerveja produzida. Elas possuem uma baixa carbonatação e geralmente são servidas a temperaturas mais elevadas que as Lages. (MOSS, [200-]).

A cerveja Ale se diferencia das demais, pelo processo de fermentação que se realiza a temperaturas mais altas entre 15°C e 24°C. A levedura utilizada nesse tipo de cerveja é a *Saccharomyces cerevisiae*, e ela gosta dessas temperaturas amenas,

e às vezes até mais altas, sendo assim um tipo de fermentação mais fácil. O processo de fermentação é o mais antigo, e em meados do século XIX eram as únicas cervejas vendidas em mercado. Estão conectadas à tradição de cervejas europeias, britânicas e irlandesas. (MERLO, 2016).

Segundo MOSS ([200-]), um dos motivos dela ser a preferida e mais saborosa, é que o fermento não consegue quebrar alguns tipos de açúcares presente no mosto cervejeiro, sendo o mosto a mistura do malte moído, juntamente com a água, onde tem o cozimento do malte para extrair os açúcares necessários para a fermentação da cerveja.

Como exemplo de estilos Ale pode-se citar: English Pale Ale, American Ale, Porter, Stout, Indian Pale Ale (IPA), Weiss ou Weizen, Witbier, Weizenbock, Altbier ou Alt, Belgian Strong Ales (Dubbel, Tripel, Quadrupel, etc.). (AMARANTE, 2011).

- **Lagers**

As Lagers são cervejas de baixa fermentação e suas temperaturas de fermentação variam de 5°C a 10°C, sendo as leveduras as responsáveis pelo tipo de fermentação, seja ela alta ou baixa. Devido à temperatura ambiente e ao calor excessivo, as cervejas começaram a ser danificadas, foi assim que o homem começou a armazenar as cervejas em cavernas com gelo e neve, que guardavam durante o inverno, e assim a temperatura era constante durante o ano inteiro. (MERLO, 2016).

As leveduras *Saccharomyces uvarum* são encarregadas pela baixa fermentação. Foram descobertas na época medieval, e a partir do século XIX, com o crescimento da tecnologia as cervejas tiveram seu sucesso. As leveduras das cervejas tipo Lagers não produzem ésteres, elas são floculantes, isto é, no final da fermentação elas decantam no fundo, deixando a cerveja mais límpida e clara. (MERLO, 2016).

A palavra “lager” significa conservar, armazenar, a uma temperatura fria, ou seja, fermentação e maturação armazenadas a aproximadamente 0°C. Os principais estilos Lager são a American Lager, Pilsner ou Pilsen, Munich Dunkel, Schwarzbier, Malzbier, Vienna e Bock. (AMARANTE, 2011).

- **Lambics**

O nome “lambic” veio de uma cidade localizada na região de Bruxelas, que deriva de Lembeek. Essa cidade apresenta um ambiente ideal para a produção desse tipo de cerveja, que contém as bactérias, fungos e outros tipos de microorganismos selvagens de outras produções. (CIZOTO, 2014).

Ao contrário das cervejas Ales e Lagers, as Lambics são cervejas de fermentação espontânea, isto é, as leveduras não são adicionadas ao mosto. A fermentação é encarregada a agentes naturais. Essas leveduras selvagens garantem um sabor único e muito aromático, podendo caracterizá-la como ácida. Elas são maturadas em barris de carvalho onde descansam em até três anos. (CIZOTO, 2014).

Esse tipo de cerveja geralmente é fabricado utilizando-se o trigo e trata-se de um estilo consideravelmente peculiar de cerveja, dotada de diversos aromas, os quais vão do frutado ao extremamente cítrico. (BREJAS, 2007).

As cervejas são colocadas em barcas de cobre no teto das cervejarias, onde o ar ambiente da região é responsável pelo resfriamento, e o seu processo de fermentação é realizado através dessas leveduras selvagens que o ar também carrega e que circulam por aquela região. Alguns subtipos lambics são as Lambic-Fruit, Straight, Gueuze e Faro. (CIZOTO, 2014).

- **Cervejas sem álcool**

Pode-se também classificar a cerveja sem álcool, que contém na maioria das vezes, uma pequena quantidade de álcool residual, que varia de acordo com o processo de produção, entre 0,02% a 0,5%. O processo utilizado para obter a cerveja sem álcool é o da fermentação interrompida, onde a temperatura de fermentação é de 6°C ou 7°C, possibilitando que ela produza os aromas característicos de cerveja, deixando o paladar saciável. (VILELA, 2007).

Processos com 0,0% de álcool estão ficando mais recentes, e o mais moderno é o da diálise, onde, através de uma membrana, o álcool é retirado por osmose. (REINOLD, 2003).

Durante a fermentação a levedura degrada a maltose do mosto, onde são formados o álcool e o gás carbônico. A degradação ocorre apenas em algumas

moléculas de açúcar de cadeias mais longas, que são os polissacarídeos, que não podem ser transformadas em álcool. Portanto, para que o processo não apresente álcool, a cerveja é produzida de forma que o mosto cervejeiro só apresente açúcares polissacarídeos. (REINOLD, 2003).

Elaborada com ingredientes naturais, como a água, malte, lúpulo e levedura, a cerveja sem álcool é rica em antioxidantes, ácido fólico e sais minerais. Ela apresenta cerca de 40% menos calorias que as convencionais. (VIDALE, 2016).

Tendo em vista os diversos modos de produção para cada cerveja e suas características, a legislação brasileira estabelece essas diferenças e classificações.

4.2 Legislação brasileira

O decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994 pronuncia sobre a padronização das cervejas, a sua classificação devido as suas características diferenciadas, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e comércio de bebidas. (BRASIL, 2009).

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

Doze anos depois, em 2009, ocorreu a revisão da regulamentação da produção de bebidas. Houve pouca mudança sobre a cerveja, mais é preciso estar sempre regulamentando para que o produto e o mercado estejam bem estabelecidos e que seja destacado o desenvolvimento cultural, econômico e social do produto. (LUCAS, 2016).

Foi sugerido o Projeto da Lei nº 5191 de 25 de setembro de 2013, para regulamentar a cerveja artesanal. A ideia desse projeto é desmembrar o conceito de cerveja artesanal e definir as instituições que produzem essa bebida, adequando a legislação para permitir o avanço regulamentado deste setor. O projeto visa facilitar importantes registros e fiscalizações no processo, mas devido à crise política, está em espera. (LUCAS, 2016).

A Legislação Brasileira estabelece normas que devem ser seguidas para as bebidas estarem em um padrão apropriado, seja para consumo ou vendas, pois cada cerveja tem suas classificações específicas.

4.3 Classificações das cervejas

As cervejas são classificadas de acordo com o artigo 38 da Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, quanto ao extrato primitivo, à cor, ao teor alcoólico, à proporção de malte de cevada e à fermentação. (BRASIL, 2009).

a) Quanto ao extrato primitivo

O teor de extrato primitivo é a densidade do mosto medida antes da fermentação, expressa em porcentagem em peso. A cerveja pode ser classificada, como apresentado na TAB. 1, em leve, comum, extra e forte.

Tabela 1 - Relação entre o tipo de cerveja e o teor de extrato primitivo

Tipo de cerveja	Teor de extrato primitivo (% em peso)
Leve	$5 \leq \text{extrato}_{\text{primitivo}} < 10,5$
Comum	$10,5 \leq \text{extrato}_{\text{primitivo}} < 12$
Extra	$12 \leq \text{extrato}_{\text{primitivo}} \leq 14$
Forte	$\text{extrato}_{\text{primitivo}} > 14$

Fonte: Adaptada Brasil, 2009.

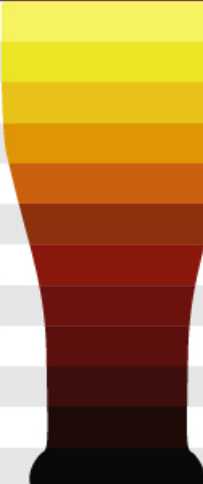
O extrato primitivo do mosto de uma cerveja resulta de vários fatores, sendo os mais significativos a moagem do malte e a eficiência da brassagem. A brassagem é o cozimento do malte com água quente para extrair os açúcares necessários para a fermentação da cerveja. (ROSA, 2010).

O tipo de malte utilizado na cerveja também interfere no extrato primitivo, pois ele depende de uma quantidade de material solúvel que possui no malte, incluindo proteínas de baixa densidade e parte do amido que convertem em açúcares. Essa porcentagem é diferente para cada tipo de malte, por isso sua escolha é um importante fator para o seu extrato primitivo. Devido a isto, cada malte possui uma ficha de análise, que deve ser lida, pois contém todas as informações relacionadas ao malte. (ROSA, 2010).

b) Quanto à cor

A cor está diretamente ligada à definição do tipo de cerveja, ou seja, sua receita. Existem duas escalas que são utilizadas para medir a cor das cervejas que são a EBC (European Brewery Convention), europeia, e a SRM (Standard Reference Method), americana. A escala EBC classifica como cerveja clara a que tiver a cor com menos de vinte unidades de EBC, e a escura com vinte ou mais unidades de EBC. A escala SRM baseia-se na espectrofotometria para definir as cores da cerveja, que é a medição da absorção de luz em certos comprimentos de onda. No Brasil a legislação utiliza a unidade EBC para quantificação da cor em cervejas. Na FIG. 2 está apresentada a correlação entre as escalas e sua classificação. (SPIESS, 2016).

Figura 2 - Classificação de cor nas escalas SRM e EBC

MACRO DIVISÃO	SRM	TONALIDADE	EBC	CLASSIF.**
Palha	2 - 3		3,94 - 5,91	Cerveja Clara até 20 EBC
Amarelo	3 - 4		5,91 - 7,88	
Ouro	4 - 5		7,88 - 9,85	
Âmbar	6 - 9		11,82 - 17,73	
Profundo âmbar / cobre luz	10 - 14		19,70 - 27,58	
Cobre	14 - 17		27,58 - 33,49	
Profundo cobre/castanho claro	17 - 18		33,49 - 35,46	Cerveja Escuro ≥ 20 EBC
Castanho	19 - 22		37,43 - 43,34	
Castanho Escuro	22 - 30		43,34 - 59,10	
Castanho muito escuro	30 - 35		59,10 - 68,95	
Preto	35 +		68,95 - 78,80	
Preto opaco	40+		>78,80	

Fonte: SPIESS, 2016.

O primeiro parâmetro chamativo da cerveja é a cor. Os apreciadores definem a cor como a identidade da bebida. Além das substâncias corantes do malte, podem ser adicionadas frutas e corantes naturais ao processo produtivo da cerveja, pois a legislação autoriza esses corantes para intensificar ou corrigir a cor da cerveja. Na FIG. 3 são apresentados os corantes permitidos para adição nas cervejas. (SPIESS, 2016).

Figura 3 - Corantes para adição nas cervejas

CORANTE	CONCENTRAÇÃO (g/100g)
INS 140(i) - Clorofila	*Quantum Satis
INS 162 - Betanina	*Quantum Satis
INS 150a - Caramelo I	*Quantum Satis
INS 150c - Caramelo III	5,0
INS 150d - Caramelo IV	5,0
INS 120 - Carmim	0,01
INS 160a(ii) - Beta-caroteno	0,06
INS 101(i) - Riboflavina	0,01

Fonte: Resolução ANVISA RDC Nº. 65, de 29 de novembro de 2011 - *Quanto Suficiente
OBS: Na cerveja escura é permitido apenas a adição de corante caramelo

Fonte: SPIESS, 2016.

A cerveja também pode ser classificada como cerveja colorida, quando pela ação de corantes naturais, apresentar coloração diferente das definidas pelo padrão EBC. (BRASIL, 2009).

c) Quanto ao teor alcoólico

Essa classificação é realizada através da medida da porcentagem de álcool existente na cerveja, e as classes são:

- Cerveja sem álcool: conteúdo em álcool $\leq 0,5\%$ em volume;
- Cerveja com álcool: conteúdo em álcool $> 0,5\%$ em volume;
- Cerveja de baixo teor alcoólico: a que tiver mais de 0,5 até 2,0% de álcool;
- Cerveja de médio teor alcoólico: a que tiver mais de 2 até 4,5% de álcool;
- Cerveja de alto teor alcoólico: a que tiver a partir de 4,5% de álcool.

Teoricamente, uma cerveja classificada como sem álcool não deveria conter nenhuma quantidade de etanol. Entretanto, existe um pequeno teor de álcool remanescente, que depende das legislações próprias dos vários países produtores. Não é considerada obrigatória a declaração, no rótulo do conteúdo alcoólico, quando o teor for menor ou igual a 0,5% em volume. (BRASIL, 2009).

d) Quanto à proporção de malte de cevada

Em relação à proporção de malte de cevada, as cervejas podem ser classificadas como:

- Cerveja puro malte: possui 100% de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;
- Cerveja: aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a 50% em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;
- Cerveja com o nome do vegetal predominante: aquela que possuir proporção de malte de cevada maior que 20% e menor que 50%, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares. (BRASIL, 2009).

e) Quanto à fermentação

Ao analisar o processo fermentativo da cerveja, tem-se a seguinte classificação:

- Baixa fermentação: cerveja obtida pela ação da levedura cervejeira que se deposita no fundo da cuba durante ou após a fermentação tumultuosa. Geralmente, ocorre entre 7°C e 15°C e origina as cervejas do tipo Lager. (BRASIL, 2009).
- Alta fermentação: cerveja obtida pela ação da levedura cervejeira que emerge a superfície do líquido na fermentação tumultuosa. Geralmente, ocorre entre 15°C e 22 °C e origina as cervejas do tipo Ale. (BRASIL, 2009).

As cervejas em suas diversas classificações, sabores, cores, e essências, são bebidas mundialmente conhecidas e apreciadas. Sendo, talvez, a mais popular das bebidas. Tem sua fabricação há milhares de anos durante os quais sofreu aprimoramento técnico visando o aumento de sua produção e de seu consumo. (MORADO, 2009).

4.4 História da cerveja no Brasil e no mundo

As cervejas vêm sendo fabricadas, de uma forma ou de outra, por várias culturas diferentes há milhares de anos. Começando com Mesopotâmios, egípcios e chineses, logo se dispersou por todo o mundo, à medida que as pessoas gostaram dessa bebida. Seu desenvolvimento ocorreu devido aos processos de fermentação de cereais difundindo junto com as culturas de milho, centeio e cevada nas antigas sociedades. (FARIA, 2015).

O holandês Maurício de Nassau chegou ao Recife com amigos sábios, gastrônomos e cientistas por volta de 1637. Eles abriram a primeira cervejaria das Américas, chamada de “*La Fontaine*”, e produzia uma cerveja encorpada, com cevada e açúcar. (MORADO, 2009).

A cerveja percorreu uma difícil trajetória e demorou a se propagar devido ao vinho e a cachaça serem mais populares. Ela chegou ao Brasil na época da colonização e a bebida se tornou um símbolo da nossa cultura. (MOURADO, 2009).

Os portos brasileiros eram fechados para navios estrangeiros, com isso a cerveja chega ao Brasil junto com a vinda da família real portuguesa em 1808, no início do século XIX, que permitiu a abertura dos portos em 1814, para nações amigas. Dom João VI era apreciador da cerveja e não queria ficar sem ela. Antes da sua chegada, a cerveja consumida no Brasil era importada de países europeus. (COUTINHO, 2014).

A cerveja da antiguidade foi proveniente do preparo do pão. Suspeita-se que a cevada germinada e seca, utilizada no preparo dos pães, possivelmente caiu em um líquido, umedeceu e fermentou, logo se criou uma espécie de “pão líquido”, ou seja, um tipo primitivo de cerveja que os sumérios consideravam ser “bebida divina”, a qual era oferecida aos seus deuses. Devido sua relação com a panificação e constituição das matérias-primas, grãos de cereais e levedura, inicialmente, a cerveja era produzida por padeiros. A técnica resumia-se na germinação da cevada, deixada de molho, a qual era posteriormente moída de forma grosseira e moldada em bolos, nos quais se adicionavam a levedura. Esses bolos eram parcialmente assados e desfeitos para, em seguida, serem colocados em jarras contendo água, objetivando assim a fermentação do líquido. (MORADO, 2009).

Em 1830 a bebida alcoólica mais popular no país era a cachaça, apesar da cerveja já ser produzida, porém de maneira caseira para o consumo dos próprios

estrangeiros, e era considerada uma atividade culinária em que as mulheres que as realizavam. Com o passar do tempo, aproximadamente em 1836, os imigrantes iniciaram a produção da cerveja para o comércio local, utilizando tanto mão-de-obra escrava quanto livre, segundo informações publicadas no Jornal do Comércio da cidade do Rio de Janeiro. (MORADO, 2009).

Na Antiguidade usava-se para a elaboração da cerveja uma variedade imensa de ingredientes para dar sabor, como folhas de pinheiro, cerejas silvestres e variadas ervas. Para regularizar o processo de fabricação da cerveja, foi decretado em 1516, a Lei da Pureza, pelo Duque Guilherme IV da Baviera. Uma das mais antigas, essa lei determina que os únicos ingredientes usados podiam ser a cevada, lúpulo e água. Só mais tarde a levedura de cerveja foi incluída, devido ao fato de não ser conhecida ainda. Durante os séculos, com o desenvolvimento econômico e industrial, a cerveja artesanal passa a atuar o comércio e na vida social das pessoas. (MERLO, 2016).

A cerveja produzida não possuía marca alguma e era entregue aos consumidores em barris e garrafas diversas, fato que levou a denominação “cervejas de marca barbante” à primeira cerveja brasileira. Por ser produzida sem muita técnica, a bebida alcoólica liberava uma alta quantidade de gás carbônico, logo era necessário amarrar a rolha, que vedava o recipiente contendo o produto, com um barbante para que a mesma não estourasse, justificando a atribuição do nome. (MERLO, 2016).

Segundo o MAPA, em maio de 2016 eram 5.254 produtos de cervejarias registrados no ministério, em cerca de 80 tipos diferentes de cerveja. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Cerveja, somente em 2014 a produção brasileira alcançou a marca de 14,1 bilhões de litros de cerveja e o setor empregou cerca de 2,2 milhões de pessoas. (CERVBRASIL, 2016).

4.5 Cerveja artesanal

Cerveja artesanal são cervejas mais bem cuidadas em suas produções, com aromas e sabores detalhados, visando um produto com maior qualidade. São feitas com ingredientes selecionados e não sendo aceito nenhum tipo de conservantes. (IBANEZ, 2017).

As cervejas artesanais são bem diferentes das cervejas industrializadas. Enquanto a artesanal destaca-se com vários aromas e sabores, produzidas com mais detalhes e cuidados, frisando a qualidade da cerveja, a industrializada é feita em grande escala para alta distribuição, sua preocupação é atingir uma maior quantidade. (DINO, 2015).

Importante destacar o fato de que as cervejas artesanais são diferenciadas não só em sua essência e também no processo de produção. As garrafas, os rótulos e outros detalhes ganham uma atenção diferenciada, pois atendem um público mais exigente. São por esses fatores cuidadosos que geralmente as cervejas artesanais são associadas diretamente às experiências gastronômicas mais ricas e complexas. A análise de uma cerveja comum costuma abranger unicamente o gosto da bebida, enquanto a cerveja artesanal passa também por uma análise olfativa e visual. (DINO, 2015).

A cerveja artesanal brasileira ganhou força no fim do século XIX. Em vista de seu maior consumo, passou a ser produzida em escalas maiores, empregado funcionários e crescendo cada vez mais. De acordo com a CERVBRA (2016), atualmente o novo jeito brasileiro de fazer cerveja vem ganhando cada vez mais espaço e apreciadores. São novas cervejarias surgindo a cada dia, com seus mais variados estilos e os mais variados ingredientes adicionados, aperfeiçoando cada vez mais o mercado em evolução.

As microcervejarias, mesmo optando por equipamentos modernos e engarrafando suas produções, ainda são consideradas como cervejarias artesanais pelo cuidado que têm com sua produção, desde os ingredientes básicos da cerveja, passando pela receita de preparo e chegando até aos conservantes finais, que devem ser naturais e não químicos. (IBANEZ, 2017).

Segundo Ferreira (2016), o mercado de cervejas artesanais no Brasil, apesar da crise político-financeira, não para de crescer e se mostra como uma aposta promissora para os próximos anos.

4.6 Mercado mundial e nacional de cervejas

Em 2011, o mercado cervejeiro brasileiro encontrava-se na terceira posição mundial, com produção de 12,4 bilhões de litros e consumo de cerca de 64 litros per capita/ano. A expansão desse mercado no Brasil ocorreu também devido ao

crescimento na produção e consumo das cervejas artesanais, geralmente fabricadas conforme regras de produção rígida, objetivando um produto com características diferenciadas. Visto as perspectivas do setor cervejeiro o que se pode esperar nos próximos anos é um contínuo crescimento de vendas e o aparecimento de produtos cada vez mais sofisticados e surpreendentes. (REINOLD, 2011).

O mercado brasileiro de cerveja continua em terceiro maior do mundo, ficando atrás apenas da China e EUA. Com uma produção de 14 bilhões de litros, o consumo médio no Brasil é de mais de 68 litros por habitante/ano, muito a frente da América Latina. O consumo do Chile é de 49 litros, da Argentina 47 e do Uruguai, apenas 30 litros por habitante/ano. Claro que não se compara à República Tcheca, com 143 litros ou Alemanha com 106 litros por habitante/ano, mas ainda há espaço para o crescimento contínuo. (BRESSIANI, 2017).

Nos Estados Unidos, 17% do mercado de cerveja são dedicadas às queridinhas do momento. Os empreendedores estão cada dia mais fascinado no mercado de cervejas artesanais, e os consumidores doidos para um gole de novidade. (VANINI, 2016).

Segundo Zobaran (2017), o setor das cervejas artesanais ganhou 91 novas fábricas no país apenas no primeiro semestre de 2017. Com o crescimento registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Brasil chega a 610 cervejarias, com 83% nas regiões Sul e Sudeste. Em um mercado que tem como característica a diversidade de produtores e de produtos, houve crescimento no número de receitas registradas.

O setor de cervejas artesanais está se destacando em Minas Gerais. Segundo dados do Sindicato das Indústrias de Cerveja e Bebidas em Geral do Estado de Minas Gerais (SindBebidas), ligado à Federação das Indústrias (Fiemg), Minas Gerais produz aproximadamente 1,5 milhões de litros por mês. Além disso, a área tem crescimento médio de 21% no faturamento ao ano e, para 2017 a previsão é de 14%. Minas Gerais já é o segundo maior estado em volume de produção de cerveja, possui 49 microcervejarias, sendo que 26 situadas em Belo Horizonte, 11 na região Sul, sete na Zona da Mata, três no Triângulo Mineiro e duas na região Oeste. (ARAÚJO, 2017).

Há três motivos por trás desta onda empreendedora que encontra o mercado de cervejas artesanais. De um lado estão às pessoas que consomem cervejas especiais e muitas delas produzem e sonham com seus próprios negócios. De outro,

investidores em busca de mercados de alto crescimento, este que cresce a taxa de cerca de 20% há quase uma década. E o terceiro é a crise que o país se encontra desde 2014 e as pessoas buscam por alternativas de trabalho. (BRESSIANI, 2017).

5 PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJA ARTESANAL

O primeiro passo da produção é a definição do estilo da cerveja que se quer produzir. Com isso, inicia-se a elaboração da receita com base nas características presentes no estilo de cerveja. O processo produtivo da cerveja artesanal depende dos seus ingredientes, da qualidade e combinações feitas entre eles, que determinam o estilo de cada uma. (PALMER, 2006).

5.1 Matérias-primas

As matérias-primas essenciais para uma cerveja artesanal de qualidade são a água, malte, lúpulo e levedura. A legislação permite o uso de adjuntos na cerveja, que são cereais não maltados. (PALMER, 2006).

- **Água**

A água é um importantíssimo ingrediente para a sua cerveja. Aproximadamente, 90% da cerveja é composta de água. A água interfere em todo o processo de produção, e não só no seu produto final. Ela deve possuir uma boa qualidade, e há parâmetros que se deve preocupar quanto à escolha da sua água. A cor da cerveja, turbidez, sabor, aroma e também a estabilidade são alterados de acordo com a água, e tudo se baseia em torno do pH, da alcalinidade e grau de dureza. Por isso, deve-se atenção na escolha da água para a cerveja, um detalhe que pode gerar grande interferência no sabor e qualidade da cerveja. (PACHECA, 2016).

Na composição da água, os íons principais de elementos químicos presentes nela, como o cálcio, magnésio, bicarbonato, sódio, sulfato e cloreto, reagem entre si com os outros ingredientes da cerveja, cedendo características desejáveis ou não a cerveja. As características da água são responsáveis pelo sabor individual de cada

cerveja e no final, também determinantes na particularidade da cerveja. (SPIESS, 2016).

Os sais em excesso promovem o aumento do pH, uma má formação de açúcares, degradação protéica mais lenta, extração de polifenóis, gerando uma cor mais escura, e uma melhor solubilização das substâncias amargas do lúpulo. Já quando a presença de sais é baixa, ocorre o abaixamento do pH, uma boa formação de açúcares, boa degradação proteica, pequeno aumento da cor e uma menor solubilização de substâncias amargas do lúpulo. O tipo de cerveja que se quer produzir é que influencia se são necessários uma maior ou menor quantidade de sais, já que o que é desejável para uma cerveja pode não ser para outra. (SPIESS, 2016).

Ressalta-se que toda água, não importando sua origem, requer determinada forma de tratamento antes de ser utilizada em uma produção de cerveja artesanal. Algumas análises químicas como cor, turbidez, dureza, pH, entre outras, são necessárias para definição do tipo de tratamento a ser empregado. (PALMER, 2006).

É importante a utilização de uma água insípida, inodora, cristalina, com pH entre 5 e 8, pois é um pH ideal para atuação das enzimas do malte e preferencialmente de fonte mineral, por não possuir grandes níveis de cloro ou flúor. Caso o cervejeiro opte por utilizar a água da torneira, será necessário retirar o cloro da mesma através de um filtro de carvão ativado ou da fervura, uma vez que sua presença acarreta até morte da sua levedura. (PALMER, 2006).

Além de estar presente no processo, a água também é responsável pela limpeza da maioria dos equipamentos utilizados na fabricação da cerveja, e ela retorna ao processo em várias etapas da produção. A indústria de cerveja gasta, aproximadamente, de 4 a 10 vezes mais em volume de água, a cada litro de cerveja processada. (PALMER, 2006).

- **Malte**

O malte é o principal cereal utilizado na cerveja, representado na FIG. 4 é o grão de cevada que passou pelo processo de malteação, que logo após sua colheita é levado para maltarias. Esse processo de malteação transforma internamente esses grãos, deixando eles ricos em amido e enzimas para que posteriormente o

amido seja alterado para açúcares. Os grãos são umedecidos e começam o processo de germinação sob condições controladas, que quando germinados produzem enzimas que quebram o amido e as proteínas. Essa quebra é característica do sabor e aroma do malte. O nível de germinação, a temperatura e o tempo de secagem influenciam diretamente no nível de torrefação, onde se tem a diferenciação dos tipos de malte por sua coloração, de acordo com o tempo de exposição ao calor, e logo após esse processo o malte está pronto para a produção de cerveja. O cuidado é preciso, pois o malte é a alma da cerveja. (VIEIRA, [200-]).

Figura 4 - Malte ingrediente principal da cerveja



Fonte: CERVEJA PETRA, 2017.

A combinação de maltes utilizados na cerveja é responsável pela cor, aroma, sabor, e sensação na boca, como pode ser visualizado na FIG. 5. Os açúcares que as leveduras transformam em álcool e a produção de gás carbônico é de responsabilidade do malte também. (AMORIM, 2014).

Figura 5 - Influência do malte na cerveja



Fonte: CARVALHO, 2007.

Os maltes podem ser em grãos ou em extrato, seco ou líquido. Para as cervejas, eles são classificados como maltes-base e maltes especiais. Os maltes-base são à base das receitas. Eles possuem grande carga de açúcares fermentescíveis, enzimas e intensidades baixas de torrefação. Já os maltes especiais proporcionam às cervejas sabores e aromas diferenciados e uma coloração final do produto. Várias cervejas utilizam mais de um malte, do que de outro, para alcançar seu resultado final. (PASSARELI, [201-]).

Os principais produtores de malte no mundo são Alemanha, Canadá, Estados Unidos, Austrália, Rússia, Espanha, Ucrânia, Reino Unido e França, responsáveis por aproximadamente 60% da produção mundial. Na América do Sul, Brasil, Uruguai e Argentina também são produtores dessa matéria-prima. (LIMA, 2010).

- **Lúpulo**

O lúpulo é uma planta que pertence à família das *Cannabaceae* e constitui uma espécie dióica, ou seja, produz flores masculinas e femininas, separadamente. Seu nome científico é *Humulus Lupulus*, a qual é responsável pelo aroma acre, pelo sabor amargo, refrescante da cerveja e por apresentar propriedades medicinais. Para a produção da cerveja utilizam-se apenas as flores femininas, uma vez que essas contêm a substância lupulina, obtida durante a fecundação, que confere o amargor e aroma característicos da bebida alcoólica. Outras características importantes associadas ao lúpulo são o fato do mesmo auxiliar na diminuição da formação de espuma durante o processo de fervura, ser utilizado como agente bacteriostático, conservante e coagulante de proteínas. (REINOLD, 2017).

Nessa composição, a flor do lúpulo (FIG. 6) exerce papel essencial por conferir o amargor e o aroma das cervejas, e o modo de utilização afeta no processo produtivo alterando o tipo de cada cerveja. Além do lúpulo fazer bem à saúde, ele possui antioxidantes naturais potentes que dão a verdadeira identidade da cerveja. (REINOLD, 2017).

Figura 6 - Flor de lúpulo, responsável pelo sabor e aroma da cerveja



Fonte: ALEDEIROS, 2015.

Há uma classificação entre as espécies utilizadas, que são os lúpulos aromáticos e lúpulos de amargor. Os lúpulos de amargor são aqueles com alto teor de alfa ácido, superiores a 9% em peso, capazes de proporcionar um forte amargor à cerveja. Lúpulos aromáticos possuem teor menor, em média 7%, fornecendo um aroma mais complexo e um leve amargor. (STEIN, 2015).

O lúpulo é comercializado em três distintas formas que são em flor, pellets e extrato. A flor é natural, e pouco utilizada nos processos cervejeiros. Os pellets, o qual contém o lúpulo em pó concentrado ou não, permite fácil manuseio e automação na dosagem desse constituinte na etapa de fervura do mosto. O extrato é outra forma comercializada, sendo que o lúpulo é moído e, através de solventes orgânicos, extraem-se componentes amargos e óleos entéricos, que são vaporizados. (VENTURINI, 2005).

O modo mais usado é em pellets (FIG. 7), que são pelotas secas e moídas, em sua maioria embalada ao vácuo, pois facilita o transporte e melhora o rendimento de armazenagem, aumentando gradativamente sua validade. (STEIN, 2015).

Figura 7 - Lúpulo na forma de pellets



Fonte: STEIN, 2015.

As cervejas altamente lupuladas estão ganhando muitos apreciadores, pois o lúpulo fornece ainda corpo a cerveja. A adição de lúpulo na cerveja se deu especialmente em função das boas qualidades de conservação oferecidas pelo ingrediente. Em 1153 o lúpulo era conhecido, e sua adição a bebida tinha papel fundamental na conservação da cerveja, e ele era adicionado ao barril já com a cerveja pronta, isso, pois os navegantes levavam as cervejas para outros lugares, levando uma quantidade grande de lúpulo com o intuito de conservar as cervejas até o seu destino. (STEIN, 2015).

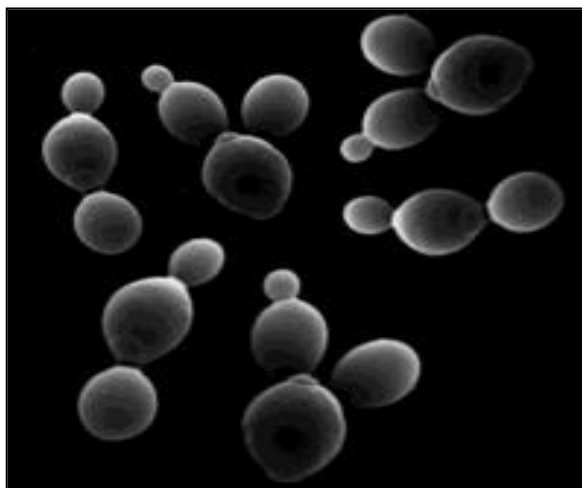
O lúpulo é uma planta herbácea que vive de 10 a 20 anos, e elas crescem até 15 m de altura, na maioria dos seus cultivos, porém, a altura é limitada a algo entre 4 e 9 metros, sendo o normal 7 metros. No verão, melhor época para seu desenvolvimento, as plantas podem crescer até 50 cm por semana. Trata-se de uma planta muito resistente, que suporta temperaturas tão baixas quanto -30°C . (STEIN, 2015).

- **Levedura**

Antigamente os cervejeiros não entendiam a importância das leveduras no processo da cerveja, mais sabiam que usando alguns resíduos de uma bebida fermentada, tornaria mais consistente a fermentação. Em 1857, Louis Pasteur declarou que a fermentação alcoólica era provocada pela levedura, não por um catalisador químico como todos pensavam. No processo de fabricação as leveduras são as preciosas da cerveja. (FARIA, 2015).

Segundo Palmer (2006), leveduras são micro-organismos eucarióticos pertencentes ao Reino Fungi (FIG. 8), e são em sua grande maioria unicelulares. Possuem a habilidade de metabolizar de forma eficiente os constituintes do mosto, rico em açúcares fermentáveis. As espécies mais utilizadas em cervejarias são duas do gênero *Saccharomyces*. As *Saccharomyces cerevisiae* são de alta fermentação, típicas das Ales, e as *Saccharomyces uvarum* de baixa fermentação, típicas das Lagers. É importante que a cultura da levedura seja a mais pura possível, sem microrganismos contaminantes como bactérias e leveduras selvagens, porque são fundamentais na formação dos aromas na cerveja.

Figura 8 - Levedura do processo de cerveja artesanal



Fonte: VIEIRA, [200-].

A levedura é o fermento cervejeiro. O fermento é um ser vivo que pode viver com oxigênio ou sem, e vivendo sem ele utiliza um processo conhecido como fermentação, onde as células de fermento consomem um açúcar simples, como glicose ou maltose e produzem CO₂ e álcool. Em seguida, ele forma ésteres, cetonas, fenóis entre outros, que são responsáveis pelas características das cervejas. (VIEIRA, [200-]).

O desempenho do fermento funciona, basicamente, quando há muita quantidade de açúcar no meio onde está, pois o fermento utiliza da fermentação para obter energia para viver, contando com o oxigênio do meio para se reproduzir. Já, quando há pouca ou nenhuma concentração de açúcar no meio, ele usufrui da respiração para obter energia para sua sobrevivência e não para se reproduzir. No

final do processo de fermentação a maior parte do fermento irá flocular e se depositar no fundo do fermentador. (FARIA, 2015).

Na escolha de um tipo de levedura deve ser levado em consideração o conhecimento sobre a sua floculação, que é a taxa que ela se deposita no fundo. É importante também saber a sua atenuação, que é a medida de transformação que a levedura converte açúcar em álcool. Uma cerveja muito atenuada será menos doce e mais seca, e uma pouco atenuada, ainda uma cerveja mais doce devido ao açúcar ter ficado para trás. Ressalta-se ainda que muitos sabores indesejáveis da cerveja artesanal são causados pelas condições que as leveduras precisam ter e não possuem, por isso é importante a atenção e conhecimento sobre a levedura escolhida para a cerveja. (FARIA, 2015).

- **Adjuntos**

Os adjuntos são itens adicionados a cerveja por vários fatores, sejam eles para modificar sabor, odor, cor, retenção de espuma e até mesmo barateá-las. A legislação permite a sua adição junto aos ingredientes essenciais da cerveja, que são água, lúpulo e levedura. Os adjuntos são fontes não-maltadas de açúcares fermentáveis na cerveja que ajudam a balancear alguma proporção do malte. (RUSSANO, 2015).

Os adjuntos são utilizados de modo que completem o extrato primitivo, porém sem ultrapassar 45% em peso do total da cerveja. Os mais utilizados na fabricação da cerveja são o milho, açúcar de cana, arroz, aveia, trigo, mandioca, sorgo, xarope, fruta, entre outros. Na FIG. 9 têm-se exemplos de alguns tipos de adjuntos. Esses elementos são adicionados na fase de fabricação do mosto. (ALMEIDA E SILVA, 2005).

Figura 9 - Adjuntos diversos para a cerveja artesanal



Fonte: MORRIS, 2012.

A utilização de adjuntos cervejeiros pode resultar em um produto com alta estabilidade física, melhor resistência ao resfriamento e maior brilho. Estabilidade física deve-se ao fato de os adjuntos comumente usados não contribuírem com material proteico, e sim, com carboidratos, o que é vantajoso para a estabilidade coloidal. (MORRIS, 2012).

Microcervejarias geralmente adicionam adjuntos no sentido de procurar características diferentes no produto final e não para baratear os custos, como, normalmente, grandes empresas fazem. Na maioria das vezes as microcervejarias sequer adicionam adjuntos, produzindo então cervejas de puro malte, que têm características sensoriais marcantes, de maneira geral. (ALMEIDA E SILVA, 2005).

Tendo em vista as matérias-primas específicas das cervejas artesanais, deve-se conhecer o processo de fabricação delas, para que cada etapa seja realizada com atenção e nos detalhes, pois qualquer alteração no processo interfere na cerveja.

5.2 Processo de fabricação

A produção de cervejas é considerada como um exemplo típico de biotecnologia tradicional. Sua fabricação exige um severo controle a fim de garantir a qualidade de um produto destinado ao consumo humano. A qualidade de seus ingredientes e os distintos modos da produção criam uma grande diversidade de cervejas disponíveis para seus apreciadores. (ROSA; AFONSO, 2015).

Na produção artesanal, as técnicas utilizadas são mais simples e os equipamentos, não necessariamente, precisam ser modernos. É preciso conhecer detalhadamente cada etapa do processo de produção de uma cerveja artesanal.

5.2.1 Moagem do malte

O malte, como já observado, é a matéria-prima principal da cerveja, é responsável por grande parte das características que as diferem. O malte é moído para expor o seu endosperma presente no grão, rico em amido. A casca é muito importante também pelo fato dela ser utilizada na etapa de filtração. (SILVA, 2017).

Uma moagem eficaz é aquela onde o moedor não tritura o malte totalmente, apenas quebra seus grãos, deixando uma quantidade equilibrada de cascas, e pequenas quantidades de farelos. Na FIG. 10 está apresentado um malte moído, onde todos os grãos encontram-se moídos e há pouca farinha. Em percentuais, tem-se que a moagem ideal produz: 20–25% de cascas, 45–65% de sêmola e 15–25% de farinha. (SILVA, 2017).

Figura 10 - Grãos moídos ideal para o processo



Fonte: JUAN, 2013.

O malte moído não pode ficar muito fino e nem grosso, pois eles afetam na estrutura da cerveja. Caso eles sejam finos, há problemas com o processo de filtração e com as cascas do malte que possui os taninos, responsáveis pela adstringência, propriedade da cerveja. E por outro lado, ele sendo grosso, o malte não consegue expor seu endosperma. (VIEIRA, [200-]).

5.2.2 Mosturação ou brassagem

O processo de brassagem da cerveja tem o objetivo de converter o amido do malte em açúcares fermentáveis como a maltose e não-fermentáveis, que são as dextrinas. O aquecimento da água em temperaturas estabelecidas junto com o malte ocasiona a atuação enzimática de transformação. Considera-se o processo da brassagem ou mosturação (FIG. 11), como um dos mais complexos na produção cervejeira, devido à ocorrência de inúmeros eventos físicos e bioquímicos. (VIEIRA, [200-]).

Figura 11 - Brassagem ou mosturação da cerveja



Fonte: SILVA, 2015.

Ressalta-se que o emprego de altas temperaturas no processo de brassagem, entre 68 e 72 °C produz açúcares mais complexos, denominados dextrinas, os quais não são fermentados pelas leveduras, produzindo, portanto, cervejas doces e encorpadas. Temperaturas reduzidas na mostura, por sua vez, 55 °C a 65 °C são responsáveis pela produção dos açúcares básicos como a maltose, a qual é completamente fermentada pelas leveduras, o que resulta em cervejas secas, ou seja, sem doçura. (PALMER, 2006).

As faixas de temperaturas, escalas de pH, e função de cada enzima são mostradas na TAB. 2, apresentando as indicadas para a ação e atuação das

enzimas, de forma que perdem suas funções com mudanças de temperaturas. (SILVA, 2015).

Tabela 2 - Enzimas: temperatura e pH ideal para sua atuação

Enzima	Melhor faixa temperatura	Escala de pH	Função
Fitase	30°C - 50 °C	5 – 5,5	Reduz o pH da mostura. Facilita a quebra do amido. Indicado para utilização de cereais não maltados.
Beta Glucanase	35 °C - 45 °C	4,5 – 5,5	Produz uma variedade de açúcares, incluindo a maltose.
Protease	45 °C - 55 °C	4,6 – 5,3	Produz maltose.
Beta Amilase	55 °C - 65 °C	5 – 5,5	Produz uma variedade de açúcares, incluindo a maltose.
Alfa Amilase	68 °C - 72 °C	5,3 – 5,7	

Fonte: Silva, 2015.

Deve-se atenção no controle de brassagem de acordo com a ação de todas as enzimas alfa e beta-amilíase, pois cada malte vendido possui modificações e se comportam distintamente. Pode-se afirmar que com as alterações de cada malte, é possível chegar a um nível ideal de pH da brassagem com a adição correta de grãos de maltes. (SILVA, 2015).

Nota-se que, em conjunto, as enzimas realizam um trabalho complexo, e que a faixa de pH ideal do mosto encontra-se na faixa de 5,0.

5.2.3 Filtração do mosto

Na mistura obtida realiza-se o processo de filtração do mosto, onde as partículas sólidas e o líquido são separados. O processo de filtração permite a clarificação, deixando a cerveja mais limpa, translúcida e evita que a casca do malte passe para o processo de fervura, liberando taninos no mosto. As cascas do malte são aproveitadas como um meio filtrante com o auxílio de um fundo falso. (VIEIRA, [200-]).

Durante a clarificação é feito a circulação do mosto, tirando-o do fundo da panela e fazendo percorrer por um caminho que passe pelas cascas do malte, que é o meio filtrante dessa etapa. Quando isso acontece às impurezas presentes no

mosto vão ficando presas nas cascas, e açúcares ainda não extraídos acabam por serem extraídos nesta etapa, por isso, o cuidado de não danificar a casca. Na FIG. 12 tem-se a demonstração dessa etapa. (HUGO, 2013).

Figura 12 - Etapa da clarificação/filtragem do mosto



Fonte: DINSLAKEN, 2016.

5.2.4 Fervura

A fervura do mosto (FIG. 13) é a etapa encarregada de formar uma parte dos sabores e aromas da cerveja. O seu objetivo é esterilização do mosto, concentração e evaporação de substâncias indevidas no mosto. A esterilização do mosto é importante, pois pode haver microorganismos indesejáveis, como as leveduras selvagens, bactérias, fungos e mofos. A concentração é necessária, pois ocorre a evaporação de cerca de 15% da água, causando um aumento na densidade do mosto. É indicado realizar uma medida da densidade antes da fervura caso precise fazer alguma correção. (SILVA, 2016).

Figura 13 - Fervura do mosto



Fonte: SILVA, 2016.

O processo de fervura dura de 60 a 90 minutos e possui uma taxa de evaporação de mais ou menos 8% a 10%. A fervura também ajuda a eliminar o excesso de água de lavagem, precipita as proteínas e inativa as enzimas. Existe uma variedade de lúpulos, e a escolha deles determina as características de paladar da cerveja desejada. O lúpulo é adicionado nessa fase do processo para caracterizar os sabores e aromas da cerveja, processo esse chamado de lupulagem. Há um detalhe na adição dos lúpulos ao mosto, como já foi dito tem-se o lúpulo amargor, adicionado 5 minutos após o início da fervura e o lúpulo aromático, adicionado de 5 a 10 minutos antes do término da fervura. (BREDA, 2010).

5.2.5 Resfriamento

O mosto após, terminado a fervura, necessita ser resfriado rapidamente para evitar oxidação e contaminação por microorganismos. O lúpulo e as matérias, coagulados, denominados de *trub*, são depositados no fundo da panela de fervura. Destaca-se a importância da remoção do *trub*, uma vez que a fermentação de tais materiais poderá trazer sabores aguados e estranhos à cerveja. (VENTURINI; CEREDA, 2001).

Geralmente, para que a decantação dos materiais em suspensão seja realizada rapidamente, bem como para favorecer a formação de conglomerados sólidos compostos por proteínas coaguladas e outras partículas, realiza-se a

movimentação circular do mosto, técnica denominada *whirlpool*, e em seguida seu resfriamento. (VENTURINI; CEREDA, 2001).

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

Ressalta-se que o processo de decantação e resfriamento não deve demandar mais do que 30 minutos, a fim de evitar o excesso de oxidação do mosto. O excesso de oxigênio é prejudicial à cerveja, devido sua influência negativa sobre as características associadas à qualidade, como a cor, paladar, estabilidade física e química. Da mesma forma, o mosto não pode ser isento de oxigênio, pois sem ele as leveduras não se multiplicam. (CARVALHO, 2007).

O mosto deve ser resfriado para a inoculação das leveduras que serão adicionadas na etapa de fermentação, pois elas não resistem a altas temperaturas, em média acima de 35°C. O resfriamento é muito importante para o processo da cerveja, quanto mais rápido o resfriamento, menor a chance de contaminação e melhor a qualidade da cerveja artesanal. Porém, o resfriamento rápido e o lento são opcionais para o mestre cervejeiro. O resfriamento rápido tem como vantagem a sedimentação das proteínas para o fundo da panela, o chamado *Cold Break*, evitando a transferência das proteínas para o fermentador, diminuindo a turbidez da cerveja. Já o resfriamento lento terá sedimentação parcial das proteínas, conhecido como *Chill Haze*, que resulta em uma característica estética da cerveja notada pela turbidez. (DINSLAKEN, 2016).

O equipamento mais utilizado para resfriar a cerveja é o chiller, que é um trocador de calor eficiente para essa etapa. Antes do seu uso é necessário fazer uma esterilização, para evitar qualquer tipo de contaminação na cerveja. É um tubo enrolado de formato cilíndrico, inserido no mosto quente (FIG. 14). Em um lado do tubo entra água fria, que troca calor com o mosto, e a água quente sai pela outro lado do tubo. (DINSLAKEN, 2016).

Figura 14 - Resfriamento utilizando o chiller imerso no mosto



Fonte: DINSLAKEN, 2016.

O mosto é então resfriado, para ser transferido para o fermentador, onde ocorre à próxima etapa da cerveja, a fermentação.

5.2.6 Fermentação

A fermentação é classificada como uma das etapas principais e cuidadosa no processo cervejeiro. Ela se diferencia das demais fases pela presença de leveduras ou fermento cervejeiro. Assim, o manuseio desses microorganismos requer uma maior atenção de forma a manter constante sua pureza e vitalidade, aumentando sua durabilidade. (BREDA, 2010).

Existem três condições para ocorrer uma boa fermentação. Primeiramente, a quantidade e viabilidade da levedura utilizada. É preciso inocular de maneira correta a levedura para evitar distúrbios, pois uma inoculação insuficiente causa atraso no início da fermentação e forma subprodutos indesejáveis, além de fornecer o desenvolvimento de bactérias e leveduras selvagens. (SILVA, 2016).

Aeração e nutrientes dissolvidos no mosto é outro passo importante no processo cervejeiro. A aeração certa é essencial para crescimento e multiplicação das leveduras, e a cevada maltada já contém todos os nutrientes necessários. E por fim, o controle da temperatura de fermentação, pois as leveduras são diretamente

afetadas pela temperatura. Uma temperatura muito alta forma compostos indesejáveis com difícil remoção, como produção excessiva de ésteres frutados, e, em uma temperatura muito baixa a levedura adormece. (SILVA, 2016).

Durante a fermentação (FIG. 15) as leveduras vão absorver os açúcares fermentáveis do mosto gerando o álcool e o CO₂, os aromas e sabores, e também a redução do pH da cerveja. O tempo e a temperatura de fermentação podem modificar de acordo com a densidade inicial do mosto, o tipo de levedura empregada e as características desejadas na cerveja. (SILVA, 2016).

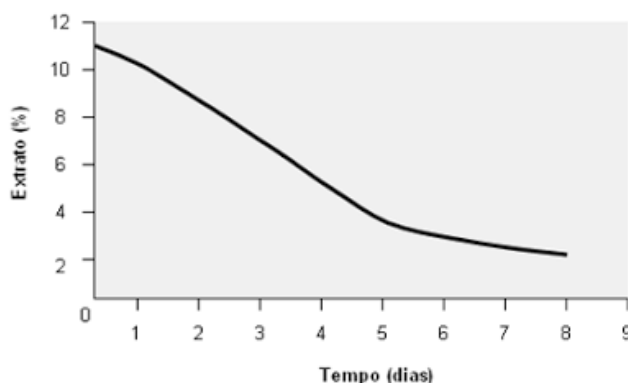
Figura 15 - Processo de fermentação



Fonte: BREDA, 2010.

Normalmente o tempo de fermentação da cerveja é de três a cinco dias para fermentos de alta fermentação, e de sete a dez dias para os fermentos de baixa fermentação, mas, conforme a densidade do líquido e o teor alcoólico desejado, esse tempo pode ser maior ou menor (FIG. 16). (BREDA, 2010).

Figura 16 - Relação entre o tempo e o extrato



Fonte: BREDA, 2010.

A fermentação se baseia em três etapas: adaptativa, crescimento, e estacionária. A fase adaptativa começa após inoculação da levedura podendo demorar até 15 horas. Nessa fase acontece a adaptação das leveduras ao mosto e a absorção do oxigênio, minerais e aminoácidos para sintetizar as proteínas. A fase de crescimento e fermentação é onde ocorre a conversão dos açúcares fermentáveis no mosto em álcool e CO_2 , e durante a fermentação primária será formada uma espuma constituída de leveduras e proteínas do mosto. Já na última fase, chamada de estacionária ou fermentação secundária, as leveduras estão quase acabando o seu trabalho. Essa fase é acompanhada observando a diminuição e estabilização da atenuação da densidade original. A fermentação só se encerra quando a densidade da cerveja não mudar, e logo depois se inicia o processo de maturação. (SILVA, 2016).

Durante o processo fermentativo deve ser realizado um acompanhamento: da atenuação dos extratos, que é a conversão de açúcares em álcool, a fim de se estimar a quantidade de álcool gerado, calculado através de fórmulas empíricas, da concentração de diacetil, e do tempo de fermentação, pois este indicará o momento ideal para início da segunda etapa da fermentação. Pode-se considerar que a fermentação termina quando o CO_2 deixa de ser produzido. Ao final da fermentação, a levedura fica depositada no fundo do fermentador, e é encaminhada para tratamento e estocagem, sendo que pode ser reutilizada em novas bateladas de fermentação ou vendida para indústria de alimentos, dentre outras possibilidades. (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

5.2.7 Maturação

Após a fermentação têm-se o mosto fermentado que já possui várias características da cerveja a ser produzida. Porém antes de proceder ao envase do produto, que é o engarrafamento da cerveja, certas providências são necessárias, de modo a gaseificar a bebida, garantir sua qualidade e fornecer características organolépticas adicionais. (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

A maturação é um processo de aperfeiçoamento dos aromas e sabores da cerveja, que começa logo após o fim da fermentação primária e continua até depois do envase da cerveja. (SILVA, 2015).

A maturação está ligada a qualidade da cerveja, pois uma boa maturação é fundamental para o amadurecimento da cerveja. No decorrer da maturação, as leveduras ainda agem, porém não geram mais álcool ou CO₂, e sim reabsorvem alguns compostos, tornando a cerveja mais limpa e cristalina. Compostos procedentes da fermentação, como alguns compostos sulfurosos, são eliminados na maturação. (SILVA, 2015).

Normalmente a maturação pode acontecer entre 7 e 15 dias, a uma temperatura entre 0 °C a 10 °C fato que depende do método e do tipo de cerveja a ser produzida. Nessa etapa a exposição ao oxigênio contribui para a oxidação da cerveja, ou para sua contaminação, portanto todo cuidado é necessário durante a transferência da cerveja para outro tanque ou garrafa. (PALMER, 2006).

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

5.2.8 Carbonatação

A carbonatação é uma etapa com finalidade de gerar uma quantidade de CO₂ na cerveja. Parte desse gás já é formado durante a fermentação pelas leveduras, porém para que as cervejas atendam seu perfil sensorial, é necessário um volume maior de gás carbônico antes de envasar a cerveja. Essa quantidade varia de

cerveja para cerveja, dependendo do estilo escolhido. Ela é responsável pela formação de bolhas e pela espuma da cerveja. (DINSLAKEN, 2017).

A carbonatação da cerveja normalmente é feita em dois métodos, o *priming* e a carbonatação forçada. O *priming* é a adição de açúcar antes de engarrafar a cerveja. O fermento presente consome o açúcar e converte em álcool e gás carbônico que gaseifica o líquido, pois como logo a cerveja será engarrafada o gás fechado se incorporará na cerveja. Já a outra maneira de carbonatação, a forçada, é a inserção de gás carbono diretamente num recipiente onde o líquido já está. (PARADA, 2017).

No priming podem ser utilizados vários tipos de açúcar, porém o açúcar da cana tem uma excelente fermentabilidade, e é o mais usado para essa etapa, onde é preparada a solução chamada de açúcar invertido. Açúcar invertido é a solução de açúcar fervido com água. Calcula-se o volume de cerveja a ser envasada, e multiplica-se aproximadamente 6 g de açúcar, com 300 mL de água e 2 colheres de sopa de limão. Conforme o estilo da cerveja produzida é gasta uma quantidade diferente de açúcar por litro, utilizando uma faixa de 4 g/L até 8 g/L, (TAB. 3). Com o priming, o teor alcoólico sofre um aumento, de aproximadamente 0,2% do volume. (SILVA, 2015).

Tabela 3 - Quantidade de açúcares para o priming em diferentes estilos de cerveja

Estilo de cerveja	Açúcar/litros (g/L)
Baixa carbonatação	4
Média carbonatação	5 a 6
Alta carbonatação	7 a 8

Fonte: Adaptada Silva, 2015.

Outro ponto que deve ser ressaltado para a quantidade de açúcar no priming, é o volume de CO₂ adequado para cada estilo cerveja. (SILVA, 2015).

Pode-se também optar pelo método de carbonatação forçada, essa pode ser feita em duas maneiras, pelo keg que é barril de chopp tradicional ou em post mix que é um cilindro metálico, esses conectados ao cilindro do CO₂. Escolhido o estilo de cerveja, sabe-se volume de CO₂, deve-se então ajustar o regulador de pressão para alcançar seu objetivo. (PARADA, 2017).

Independente do método para carbonatação, vale ressaltar que cada estilo de cerveja apresenta uma quantidade de CO₂ diferente (TAB. 4).

Tabela 4 - Relação entre CO₂ e alguns estilos de cerveja

Estilo de cerveja	Quantidade de CO ₂ (kg)
Ales Inglesas	1,5 - 2
Porter, Stout	1,7 – 2,3
Ales belgas em geral	1,9 – 2,4
Lagers em geral	2,2 – 2,7
Ales Americanas	2,2 – 2,7
Lambics	2,4 – 2,8
Lambics com frutas	3 – 4,5
Cervejas de trigo	3,3 – 4,5

Fonte: Adaptada Silva, 2015.

Logo após a carbonatação a cerveja está pronta para ser engarrafada, que é o chamado de envase.

5.2.9 Envase

Uma vez concluída a produção da cerveja, esta deve ser devidamente envasada. Nesse processo deve-se ter grande cuidado com possíveis fontes de contaminação, perda de gás e contato da cerveja com oxigênio. Tais ocorrências podem comprometer a qualidade do produto. (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

É necessário fazer uma limpeza e sanitização das garrafas e tampinhas para evitar qualquer tipo de contaminação da cerveja. Para diminuir uma possível aeração durante o envase é necessário inclinar a garrafa um pouco de modo que a cerveja escorra pela lateral, e vai até o fundo da garrafa. Logo depois, lacra-se bem a garrafa com a tampa. É importante que logo após o envase, as garrafas sejam armazenadas em pé (FIG. 17) e em temperatura próxima a de fermentação, e sem contato com luz, por aproximadamente 15 dias. (SILVA, 2015).

Figura 17 - Cervejas artesanais engarrafadas

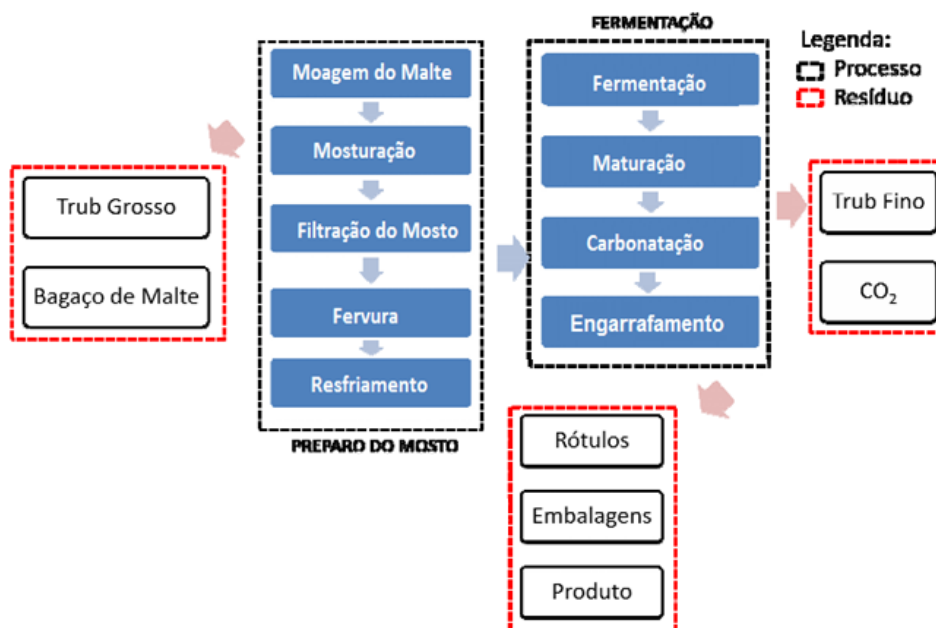


Fonte: SILVA, 2015.

5.3 Fluxograma do processo de fabricação da cerveja artesanal

Como abordado em todo o processo cervejeiro, a FIG. 18 apresenta o fluxograma do processo de fabricação da cerveja, e ainda mostra os principais resíduos produzidos no mesmo.

Figura 18 - Fluxograma do processo cervejeiro e seus principais resíduos



Fonte: Adaptada CETESB, 2005.

Uma produção artesanal de cerveja gera resíduos, assim como qualquer outro processo. Os principais resíduos sólidos gerados são os grãos usados no

processo, o bagaço de malte, o trub grosso e trub fino. São aqueles resíduos oriundos do aproveitamento do conteúdo dos grãos de malte, constituídos de restos de casca e polpa dos grãos, misturados, em suspensão ou dissolvidos no mosto. Tanto o trub fino como o grosso possuem excelentes características nutricionais, assim como o bagaço de malte, e por esta razão são usados na fabricação de ração animal. (HYPENESS, 2016).

Os grãos de malte utilizados costumam ser descartados após ter seu líquido extraído para produção de cerveja. Poucos mestres cervejeiros levam essa sobra da produção para que fazendeiros locais alimentem seus animais, enquanto outras utilizam a compostagem para reduzir o impacto ambiental. Em 2012, dois amigos americanos criaram uma solução de transformar o resíduo em alimento, a proposta é utilizar os grãos que seriam descartados na produção de barras de cereal, pois mesmo depois da extração de componentes para fabricação da cerveja, ainda restam muitas proteínas e fibras nos grãos de malte. (HYPENESS, 2016).

Quanto ao gás carbônico (CO₂), as grandes cervejarias possuem usinas de recuperação para aplicar em seu próprio processo de reaproveitamento, e as microcervejarias compram o CO₂.

6 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de Inspeção de alimentos e produtos de origem animal do Centro Universitário de Formiga - UNIFOR-MG. A pesquisa é um método de investigação que envolve a manipulação de tratamentos na tentativa de estabelecer relações de causa-efeito nas variáveis investigadas, além de contar com pesquisas bibliográficas para obtenção de informações que subsidiarão a análise e discussão dos resultados. Produziu-se nas datas de 16/08/2014, 07/09/2014, 21/09/2014, e 03/10/2014, as cervejas artesanais. Uma vez que foram realizadas cinco bateladas diferentes, obtendo-se cinco cervejas artesanais do tipo lager de baixa fermentação.

6.1 Matérias-primas para produção da cerveja

Para a formulação da cerveja artesanal foram utilizadas as matérias primas descritas na TAB. 5, tendo sido produzidas 5 cervejas com diferentes teores alcoólicos, sendo três delas produzidas utilizando-se o mel e o próprio malte como adjuntos e as demais utilizando-se apenas malte, buscando-se cervejas puro malte. O malte é o responsável pelo teor alcoólico da cerveja, tendo-se quantidades diferentes nas cervejas para a sua classificação de alto, médio ou baixo teor. E o açúcar invertido também relacionado à sua quantidade pois quanto mais açúcar, maior será o seu teor alcoólico.

Tabela 5 - Matérias primas utilizadas na elaboração das diferentes cervejas artesanais

Matéria Prima	Cerveja 1	Cerveja 2	Cerveja 3	Cerveja 4	Cerveja 5
Teor alcoólico	Alto	Médio	Médio	Baixo	Baixo
Água (L)	20	20	20	20	20
Mel (kg)	3	3	-	3	-
Malte como adjunto (kg)	-	-	3	-	3
Malte (kg)	3,5	3	3	2,5	2,5
Lúpulo amargor (g)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Lúpulo aromático (g)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Fermento (g)	250	250	250	250	250
Açúcar Invertido (g)	175	150	150	125	125

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

As matérias primas utilizadas foram malte pilsen, o lúpulo *Hallertau Magnum* 14,8% AM T-90 tipo amargor e lúpulo *Hhallertau Tradition* 10% AR T-45 aromático, e fermento cervejeiro do tipo *Saccharomyces uvarum* próprio para cerveja de baixa fermentação. A água empregada no processo das cervejas foi água mineral, porém foi adicionado cloreto de cálcio para correção da água e torná-la uma água cervejeira. E o adjunto mel comercial, também foi utilizado na produção. Ressalta-se que todos os equipamentos passaram pelas etapas de higienização, como limpeza, sanitização ou esterilização, para garantir a qualidade do produto.

6.2 Metodologia do processo de fabricação

Primeiramente para a produção das cervejas utilizou-se 20 L de água mineral, adicionando-se 125 mg/L de cloreto de cálcio, que foi pesado em uma balança digital analítica modelo AUY-220 (FIG. 19), para manter o pH em torno de 5, resultando em uma boa água cervejeira. Existem três íons básicos responsáveis para correção da água, sódio, sulfato e cloreto. É preciso entender e conhecer o perfil dos minerais da água utilizada no processo antes de adicionar algo para a correção. (PALMER, 2006).

Figura 19 - Balança digital analítica



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

O malte foi então moído em um moinho de cereais da marca Guzzo (FIG. 20) onde foi apenas uma quebra para expor seu endosperma, não podendo ser muito triturado, pois como já visto é importante à casca do malte no processo de filtragem.

Figura 20 - Moinho de cereais



Fonte: GUZZO, 2017.

Para a brassagem, foi adicionada no caldeirão (FIG. 21) a água cervejeira, onde se aqueceu a aproximadamente 75°C, e diferentes quantidades de maltes moídos e de adjuntos, conforme já apresentado na TAB. 3. Essa mistura foi mantida aquecida em um fogão convencional, e misturada com uma colher para agitação, entre as temperaturas de 68°C e 72°C, durante 1 hora.

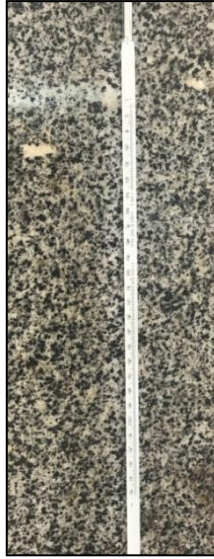
Figura 21 - Caldeirão



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

As temperaturas foram totalmente controladas durante todo processo de fabricação, através de um termômetro de mercúrio (FIG. 22).

Figura 22 - Termômetro



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

Terminada a brassagem foi realizada a filtração para a lavagem do substrato com 10 L de água mineral a aproximadamente 80°C. Nesta etapa, tomou-se o cuidado de a temperatura não ficar abaixo de 75°C para se ter uma maior eficiência na lavagem. Já a clarificação foi realizada circulando o mosto cervejeiro e, com o líquido caindo em uma colher escumadeira, aonde a água vai circulando a mistura no caldeirão e com as cascas do malte e auxílio de um coador doméstico foi feita a filtragem (FIG. 23) buscando retirar os resíduos para desprezá-los. Com uma jarra de plástico o líquido foi retirado e posteriormente filtrado novamente.

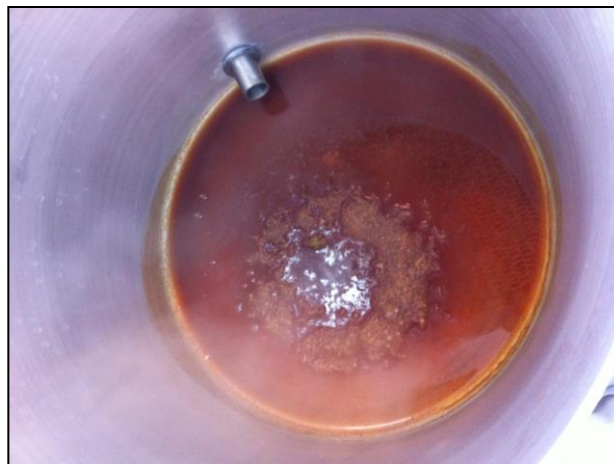
Figura 23 - Filtragem do mosto



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

O mosto foi retornado ao caldeirão com válvula extratora para realização do processo de fervura, tendo sido adicionado 7,5 g de lúpulo, tipo amargor, para cada uma das cervejas, no início da ebulição, além da adição de 7,5g de lúpulo, tipo aromático, no final da ebulição, minutos antes de desligar o fogo. O processo de fervura ocorreu durante 1 hora, em fogo alto, no caldeirão destampado, para a liberação de sabores e aromas indesejados (FIG. 24).

Figura 24 - Processo de fervura



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

Após a fervura, foi realizada a análise da densidade relativa original do mosto, através de um densímetro Incoterm de massa específica entre 1,000 e 1,100 para mais tarde calcular o teor alcoólico da cerveja (FIG. 25).

Figura 25 - Densímetro



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

Após o final da fervura, com uma colher de pau, girando em sentido horário, realizou-se a movimentação circular do mosto, técnica *whirlpool*, e em seguida seu resfriamento. Foi colocado o chiller de 7,5 m (FIG. 26) esterilizado com água quente, dentro do caldeirão, mantendo-a sem tampa para facilitar a troca de temperatura.

Figura 26 - Chiller imerso no caldeirão



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

A mangueira do chiller foi conectada à torneira da água da rede pública (FIG. 27) e a troca de temperatura se deu em média 30 minutos, visando, ao final, que o líquido estivesse resfriado e todas as partículas sólidas em suspensão depositadas no fundo da panela, evitando levar os resíduos que estão no fundo da panela para a fermentação.

Figura 27 - Chiller conectado a torneira



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

O líquido resfriado foi transferido para o balde fermentador, desprezando os resíduos encontrados no fundo do caldeirão. Resfria-se o mosto até aproximadamente 30 °C. Chegada à etapa de fermentação foi feita a hidratação do fermento (FIG. 28) realizada com um erlenmeyer com 100 mL de água potável e adicionando-se 250 g do fermento agitando por um bastão de vidro, e descansado em média de 1 hora.

Figura 28 - Fermento hidratado



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

Adicionou-se água mineral para completar os 20 L do início da produção no balde fermentador, e misturou-se com fermento cervejeiro inoculado do gênero *Saccharomyces Cerevisiae Uvarum*. Colocou-se a tampa no recipiente e deixou-se em repouso, fermentando, sob temperatura aproximada de 13 °C, por ser uma cerveja de baixa fermentação, durante 12 a 15 dias, em local com baixa luminosidade e arejado. Após a fermentação, o líquido foi retirado do fermentador e realizado o teste da densidade relativa final, com o densímetro, e colocado em um balde maturador por mais 7 dias à temperatura 13 °C a 15 °C (FIG. 29).

Figura 29 - Balde fermentador/maturador



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

Após os períodos de fermentação e maturação, realizou-se o chamado *priming*, que é a carbonatação da cerveja, onde se adicionou diferentes quantidades de açúcar invertido, conforme apresentado na TAB. 3. Adicionado o açúcar invertido fez-se o envase/engarrafamento das cervejas. As tampinhas, garrafas e o bico de envase foram previamente esterilizados. Posicionou-se as garrafas na torneira do balde maturador e preencheu-se a 5 mL antes do gargalo, tendo sido posteriormente tampadas com a máquina de fixar tampinhas (FIG. 30). Quando envasadas as cervejas foram armazenadas em pé, na geladeira e temperatura 7 °C, por cerca de 15 dias. Posteriormente as garrafas foram servidas para análise sensorial.

Figura 30 - Máquina fixadora de tampinhas



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

6.3 Análises das cervejas produzidas

Ao final do processo produtivo, as cervejas artesanais foram avaliadas quimicamente para a quantificação de açúcares totais e teor alcoólico, no laboratório de Química do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG.

6.3.1 Determinação de açúcares totais: método de Fehling

A determinação de açúcares totais foi realizada através do método de Fehling, com base na metodologia de Lazzarotto, Netipany e Magalhães (2012), que consiste na adição, à amostra, das soluções de sulfato de cobre, tartarato duplo de sódio e potássio, iodeto de potássio e ácido sulfúrico e posterior titulação com tiosulfato de cobre.

Os métodos químicos conhecidos para as análises de açúcares redutores são, na maioria das vezes, fundamentados na redução de íons cobre em soluções alcalinas, solução de Fehling. Esse método consiste em adicionar 5 mL de Fehling A, solução 44,3 g/L de sulfato de cobre, em 5 mL de Fehling B, solução de 346 g/L de tartarato duplo de sódio e potássio e 103 g/L de hidróxido de sódio, e com 5 mL da amostra de cerveja em um erlenmeyer de 250 mL. Titulou-se com tiosulfato de

sódio 0,1 N, utilizando como indicador 1 mL de amido (1%). Formou-se um composto lilás que se torna leitoso no momento da viragem e anotou-se o volume gasto. (LAZZAROTTO; NETIPANY; MAGALHÃES, 2012).

Para determinar a quantidade de íons de Cu^{2+} existentes na solução cuproalcalina procedeu-se da mesma forma, substituindo a amostra por água destilada anotando o valor de tiosulfato de sódio gasto, chamado de titulação do branco. O teor de açúcares totais é dado em g/L, e transformado em porcentagem, que corresponde a diferença entre o volume gasto da amostra e a titulação em branco.

6.3.2 Determinação do título alcoométrico volumétrico

Para a determinação do título álcool volumétrico das cervejas, foi usada a densidade original, que é medida após a fervura, e densidade final, essa medida após a fermentação, e aferidas com o auxílio do densímetro, à temperatura ambiente. Adiciona-se a amostra de cerveja em uma proveta de 100 mL e com o uso do densímetro faz a medição (FIG. 31). Os resultados de açúcares totais e teor alcoólico foram expressos em %.

O cálculo do teor alcoólico pode ser realizado através da utilização da Equação 1, empírica, apresentada a seguir:

$$\%ABV = (OG - FG) \times 131 \quad (1)$$

Em que:

% ABV: Teor alcoólico em álcool por volume;

OG: Densidade relativa original, medida após a fervura;

FG: Densidade relativa final, medida após a fermentação.

Figura 31 - Medição da densidade



Fonte: ARQUIVO PESSOAL, 2014.

6.3.3 Análise sensorial

A análise sensorial é uma ciência que utiliza os sentidos humanos, visão, olfato, tato, paladar e audição, para avaliar as características ou atributos de um produto. Numa degustação, ela nos permite identificar todas as características da bebida. É a combinação destas características que define qual é o estilo daquela cerveja. (RUSSANO, 2015).

Foram realizados testes sensoriais de aceitação, com relação à coloração, aparência, odor, textura, sabor e gaseificação, para avaliar, principalmente, as amostras experimentais de modo comparativo com as amostras comerciais.

Os testes foram realizados, entre 25 consumidores habituais do produto, como apresentado no ANEXO A, com faixa etária de 18 a 30 anos de idade e sem experiência em análise descritiva de cerveja, escolhidos aleatoriamente. Utilizou-se, para comparação, uma marca de cerveja tradicional, e proveniente de processo de baixa fermentação, lager, do tipo Pilsen, de baixo, médio e alto teor alcoólico.

- **Coloração**

A necessidade de determinar a coloração da cerveja utilizando um parâmetro objetivo tem motivação no controle de qualidade do processo de produção. A cor do produto final está ligada ao malte utilizado na receita, pois maltes mais torrados resultam em cervejas mais escuras. A garantia da qualidade nestes fatores resulta numa qualidade sensorial para a cerveja.

- **Aparência**

Na aparência analisou-se primeiro se a cerveja é transparente ou turva. Em seguida observa-se a espuma, se ela apresenta uma boa formação e estabilidade. Uma boa espuma deve ter bolhas pequenas, uniformes, e ser estável, não sumindo rapidamente.

- **Odor**

Cheiros são produzidos por misturas complexas de moléculas odoríferas. Odor é a propriedade organoléptica perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis são aspiradas, sendo este sujeito a variáveis, como a fadiga e a adaptação. Evita-se o termo “cheiro” em análise sensorial.

- **Textura**

O corpo da cerveja é, basicamente, a sensação de peso que a cerveja tem quando em contato com a boca. Tem a ver também com a textura e viscosidade da cerveja, se ela apresenta uma textura bonita e robusta.

- **Sabor**

O sabor é a soma dos gostos com os aromas, a textura e a temperatura. O sabor é a interpretação que nosso cérebro faz de todas essas sensações ao mesmo tempo. O sabor é uma sensação mais complexa, e que pode ser definido apenas

como aquilo que se sente na língua por meio das papilas gustativas como o amargo, azedo, doce, salgado, etc.

- **Gaseificação**

Pode-se observar outra importante característica de uma cerveja, a carbonatação. É através dela que os gases aumentam na cerveja. Esse parâmetro é observado tanto visualmente, como na textura e no sabor.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como era de se esperar, as cervejas artesanais elaboradas no presente estudo, apresentaram diferenças, entre elas, na determinação de açúcares totais e no seu título álcool volumétrico. A cerveja 1, apresentou maiores quantidades de açúcares totais e um alto teor alcoólico, conforme demonstra a TAB. 6.

Tabela 6 - Título álcool volumétrico e Açúcares totais presentes nas cervejas produzidas

Cervejas produzidas	Título álcool volumétrico (%)	Classificação quanto ao teor álcool volumétrico	Açúcares totais (%)
Cerveja 1	5	Alto	5,9
Cerveja 2	2,2	Médio	4,3
Cerveja 3	3	Médio	4,9
Cerveja 4	1,1	Baixo	3,4
Cerveja 5	2	Baixo	3,9

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

Foram utilizadas três cervejas tradicionais para comparação das cervejas produzidas, de alto, médio e baixo teor alcoólico como apresentado na TAB. 7.

Tabela 7 - Título álcool volumétrico e classificação do teor alcoólico das cervejas tradicionais para comparação

Cervejas tradicionais para comparação	Título álcool volumétrico (%)	Classificação quanto ao teor álcool volumétrico
Cerveja comercial 1	6,2	Alto
Cerveja comercial 2	3,8	Médio
Cerveja comercial 3	2	Baixo

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

Os açúcares provenientes do malte, entre outras substâncias, são necessários para o processo de fermentação da cerveja. A concentração dos açúcares atua no metabolismo das leveduras e conseqüentemente em algumas propriedades sensoriais da cerveja durante a fermentação e maturação (ARÁUJO; SILVA; MINIM, 2003).

Nota-se ainda, que a adição de malte nas cervejas ocasionou maior concentração de açúcares totais presentes e um maior título álcool volumétrico, demonstrando que a diferença da quantidade de ingredientes caracteriza os teores alcoólicos das cervejas. Pode-se ressaltar também que provavelmente, o açúcar invertido proporciona a cerveja um aumento de teor alcoólico e gás carbônico.

Quanto mais maltes, maior será a quantidade de açúcares para a levedura fermentar e mais álcool poderá ser gerado, isto é, quanto mais ingrediente adiciona-se na cerveja, mais pode fornecer açúcares fermentáveis e esses serem transformados em álcool. Dependendo ainda da grande variedade dos maltes utilizados, também terá maior complexidade de aromas e sabores na cerveja. (VASCONCELOS, 2017). Acontece que, mesmo quando se tem um extrato original com muito açúcar, pode-se ter uma cerveja menos alcoólica, pois a condução da etapa de fermentação interfere nas leveduras em agirem por mais ou menos tempo sobre o mosto, para que consumam a quantidade de açúcares. Se elas agem por pouco tempo, geram menos álcool. A temperatura também interfere nesta fase, pois, o meio deve estar em temperatura ideal para a levedura.

Do mesmo modo, o tempo de fermentação resulta no consumo de açúcares fermentáveis pela levedura, a produção de álcool etílico e dióxido de carbono. Além disso, uma maior concentração de açúcares faz com que seja maior a fermentabilidade da cerveja, sendo assim responsável pelo aumento do teor alcoólico. (HARDWICK, 1995).

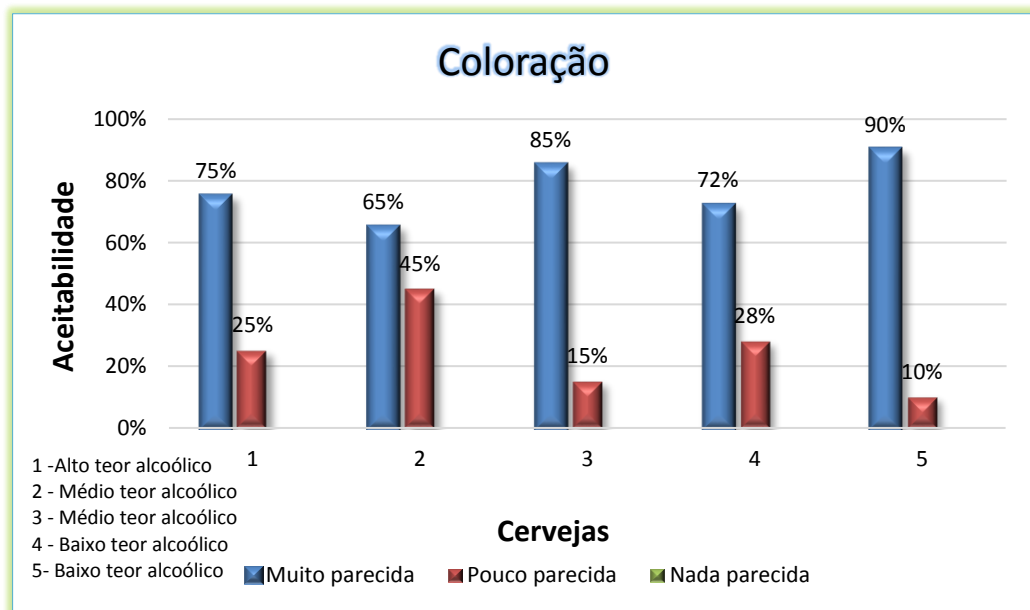
Costa (2017) alegou em sua produção artesanal, utilizando bagaço do malte como adjunto e menos quantidade de malte, que a baixa concentração de açúcares provenientes do bagaço do malte e a diminuição da quantidade de grãos de malte foram responsáveis pela diminuição de açúcares solúveis na cerveja. A utilização do bagaço de malte junto com o malte na etapa da mosturação é uma estratégia viável para a produção de cerveja lager de baixo teor alcoólico. Já Venturini Filho (2000) relatou em seu estudo que a adição de maior quantidade de açúcares e de malte na cerveja com alto teor alcoólico, resulta em maior concentração de açúcares totais presentes, se distinguindo em relação as de baixo e médio teor alcoólico. A diferença da quantidade de ingredientes caracteriza os diferentes teores alcoólicos das cervejas artesanais.

Podendo assim, enfatizar, que o malte é o agente determinante na produção de cervejas artesanais, e também a etapa de fermentação, onde as leveduras

devem, no período correto de fermentação, atuar em temperatura rigorosamente controlada, para obter a cerveja desejada.

Os resultados obtidos para os testes sensoriais estão apresentados em gráficos para cada um dos parâmetros, coloração, aparência, odor, textura, sabor e gaseificação. Vale ressaltar que as cervejas foram avaliadas comparativamente às cervejas comerciais. Nota-se abaixo, entre os parâmetros avaliados sensorialmente, que para os avaliadores, a aparência, o odor, e a coloração, das cinco cervejas produzidas, ficaram próximas à cerveja comercial, pois a maioria das cervejas foi avaliada como muito parecida com a comercial. As cervejas 1, 2 e 4 são as que contêm o adjunto mel, sendo assim ficaram mais escuras, como observado no GRAF. 1, as cervejas 3 e 5 tiveram uma melhor aceitação em relação as outras.

Gráfico 1 - Coloração das cervejas



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2017).

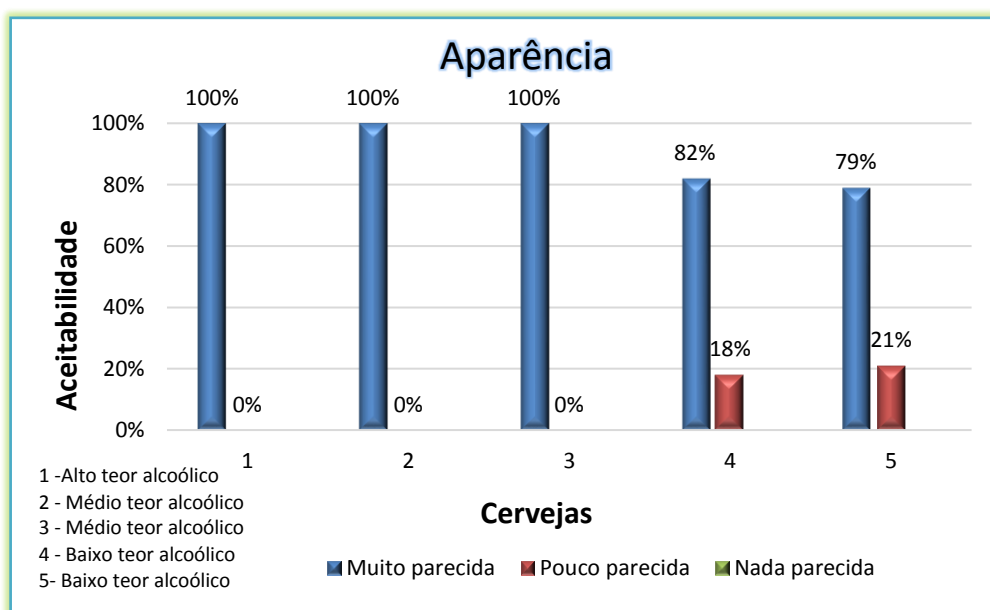
Afirma Muxel (2016), que duas importantes reações químicas são responsáveis pela cor da cerveja. A caramelização, que é a decomposição dos açúcares, e a reação de Maillard, que é a reação entre aminoácidos e açúcares, caracterizada por um “escurecimento” nos alimentos. De acordo com Anderson (1995), ressalta-se que a maior intensidade de cor está relacionada com a presença de açúcares caramelizados nas matérias-primas da cerveja artesanal.

No presente estudo, quanto ao atributo aparência e coloração, as cervejas produzidas tiveram uma melhor aceitação em relação à cerveja comercial, fato esse

que pode ser compreendido pela intensidade de ingredientes no processo de caramelização das cervejas produzidas.

A capacidade de despertar o desejo da degustação inicia com o visual, ou seja, sua aparência. Com relação a este parâmetro a cerveja foi bem aceita pelos consumidores, tendo em vista as cervejas 1, 2 e 3 com 100% de aceitação (GRAF. 2). Para apreciar a cerveja, é muito importante se ater aos detalhes relativos à sua aparência, neste caso, o apelo vem da cor, espuma e transparência.

Gráfico 2 - Aparência das cervejas



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2017).

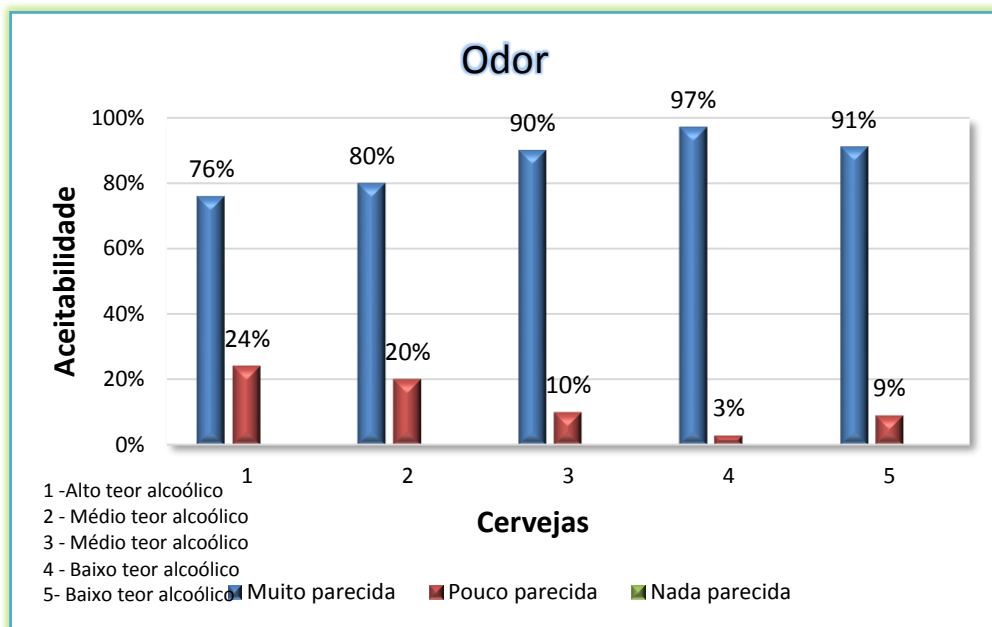
Costa (2016) afirmou em sua pesquisa que as notas baixas no atributo aparência estejam relacionadas com uma menor formação de espuma da cerveja produzida. A redução da espuma é uma desvantagem associada com as cervejas de baixo teor alcoólico, pois o etanol auxilia na formação e estabilidade da espuma. Pode-se então evidenciar que as cervejas 4 e 5 não tiveram uma aparência chamativa devido a uma menor espuma, já que são cervejas de baixos teores alcoólicos.

Para o parâmetro odor das cervejas, representado no GRAF. 3, obteve boa aceitação, pois nas cinco cervejas a faixa de aprovação dos avaliadores foi de 76% a 97%.

Os compostos provenientes das matérias-primas e do processo de produção contribuem positivamente com o sabor e odor da cerveja, desde que estejam

presentes de maneira equilibrada. A quantidade dos compostos na cerveja pode determinar sua aceitação ou rejeição pelos consumidores (HAJ-ISA, 2000). Pode-se assim aferir que a qualidade das matérias-primas, e o cuidado em cada etapa da cerveja, produzem cervejas com um odor agradável, como apresentado nesse estudo.

Gráfico 3 - Odor das cervejas



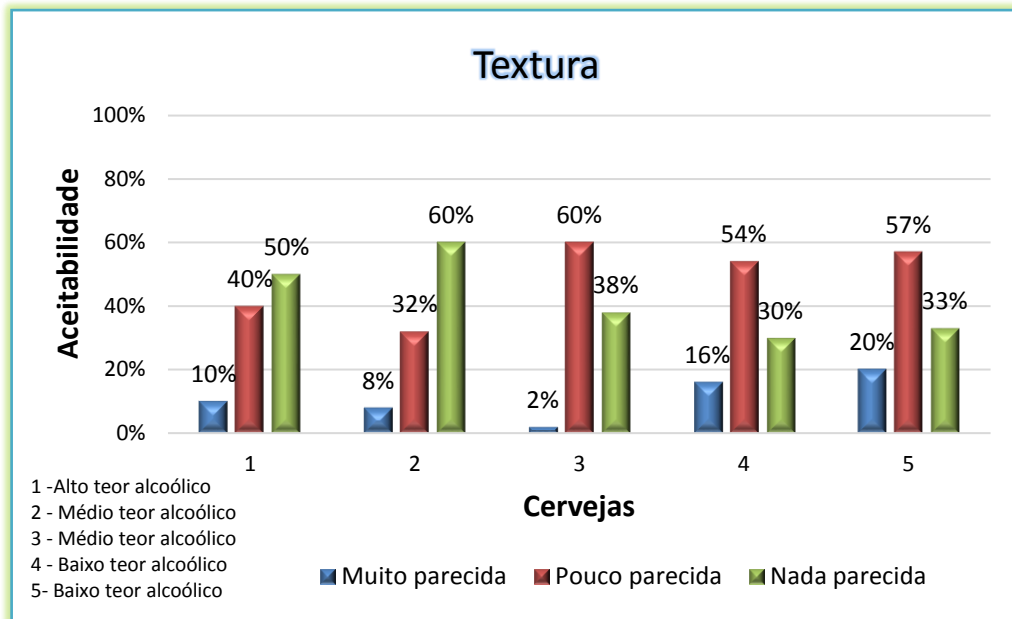
Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2017).

Já com relação a textura, sabor e gaseificação, observa-se que algumas ficaram um pouco parecidas com a cerveja comercial e outras nada pareceram com a cerveja fornecida comercialmente. Observa-se ainda que as cervejas produzidas com baixo e médio teor alcoólico tiveram melhor aceitação.

Para a textura analisada nas cervejas e apresentadas no GRAF. 4, nota-se um grande percentual de nada parecida com a cerveja comparada provavelmente devido a partículas sólidas em suspensão, ou a uma textura fina.

Ibanez (2017) diz que no requisito da textura, as cervejas podem ser mais frisantes, carbonatadas e aveludadas. Tudo dependente de uma produção bem cuidada e das etapas de fermentação, carbonatação e maturação rigorosas, podendo assim notar que a pesquisa apresentou pontos negativos de aceitação provavelmente devido a um descuido nessas etapas.

Gráfico 4 - Textura das cervejas



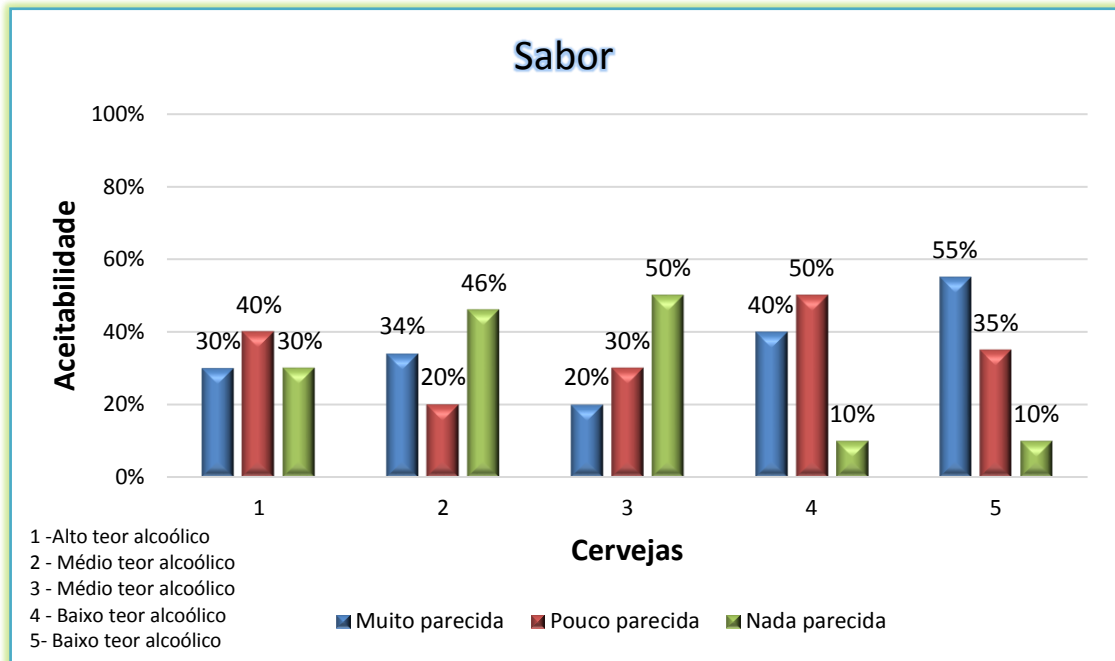
Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2017).

Segundo Huige (1993) estudos realizados demonstraram que a cerveja de baixa fermentação sofreu alteração no sabor após o engarrafamento, e isso depende fortemente da temperatura de armazenamento. As etapas na produção da cerveja que mais interferem no sabor da cerveja são a fervura, fermentação e maturação. Comparando as cervejas produzidas nesse estudo em que a temperatura de armazenamento foi 7 °C, não seria um problema na temperatura, mais poderia ser falha de cuidado no envase, como uma má esterilização das garrafas e tampinhas, e reações indesejáveis que ocorrem depois do engarrafamento. Entretanto, Costa (2016) em sua produção de cerveja de baixa fermentação afirma também que teve uma menor formação de álcool dessas cervejas, e conseqüentemente uma menor formação de subprodutos durante a fermentação, como ésteres e alcoóis superiores. Portanto a fermentação pode ser a grande responsável pela pequena aceitação do aroma.

Para obter também uma cerveja de sabor e aroma agradáveis todas as matérias-primas devem ser de boa qualidade. Além de ter cuidado durante o envase e principalmente durante o armazenamento, onde ainda podem ocorrer reações indesejáveis a cerveja. Conclui-se que o sabor característico da cerveja pode ser influenciado por ingredientes e pelo processo, como nota-se no GRAF. 5, que houve uma baixa aceitação do sabor nas cervejas elaboradas, principalmente na de alto

teor alcoólico, pois as cervejas 4 e 5 são de baixo teor alcoólico e tiveram uma melhor aceitação que as demais.

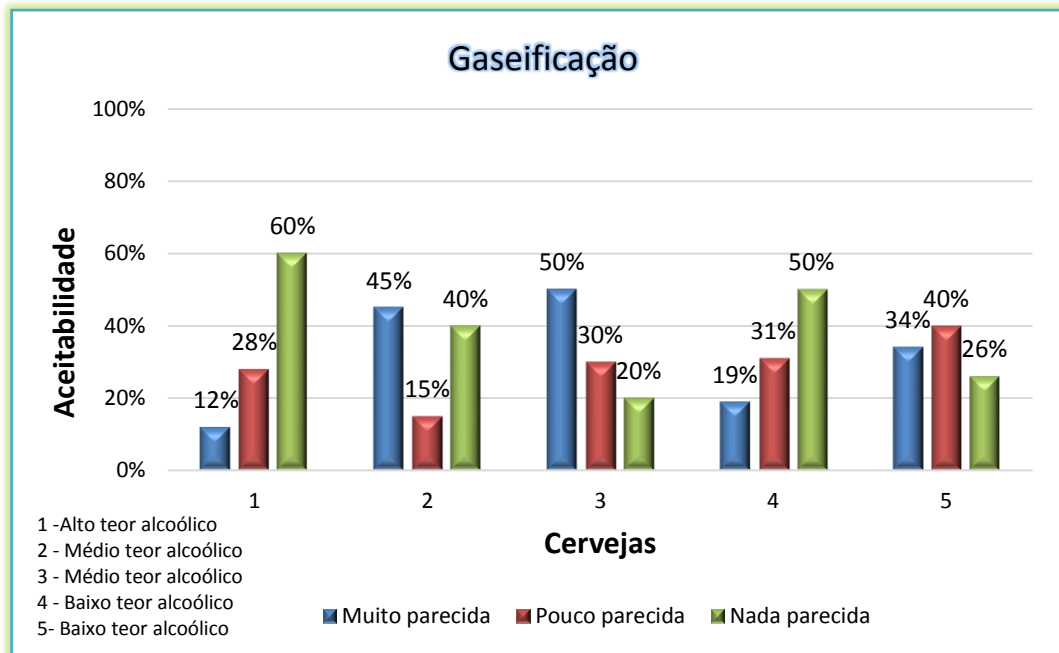
Gráfico 5 - Sabor das cervejas



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2017).

O gás carbônico é o responsável pela gaseificação das cervejas. Nesse requisito de gaseificação das cervejas, apresentado no GRAF. 6, também não se obteve sucesso nas cervejas produzidas, pois a maioria dos avaliadores afirmou que as cervejas não estavam nada parecidas com a comercial. Isso se deve provavelmente à má eficiência da etapa de fermentação ou carbonatação que não produziu a quantidade de gás necessário. DINSLAKEN (2017) argumenta que a formação de bolhas na cerveja se deve a gaseificação da cerveja, resultante de uma carbonatação eficaz. Pode ser uma hipótese, já que a gaseificação não foi muito parecida com a comercial, segundo os avaliadores. Outro fator também pode ser o açúcar invertido adicionado na etapa de carbonatação, podendo ele não agir e não quantificar mais gás carbônico para a cerveja, pois logo que engarrafa o gás incorpora na cerveja.

Gráfico 6 - Gaseificação das cervejas



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2017).

No presente estudo sobre os testes sensoriais e a comparação com a cerveja tradicional, os avaliadores não receberam treinamento para a análise sensorial de cerveja artesanal, isto pode ter sido um ponto relevante para obter uma menor aceitabilidade das cervejas produzidas. Araújo (2003) avaliou a aceitabilidade de cervejas das microcervejarias e de cervejas produzidas por marcas conceituadas, e apurou que os avaliadores devem ser treinados para ter uma melhor comparação entre as cervejas.

8 CONCLUSÃO

Conclui-se que as cervejas produzidas artesanalmente no presente trabalho, precisam ser melhores elaboradas, visando obter uma cerveja artesanal parecida com a comercial. Ressalta-se que, após a fabricação das cinco cervejas artesanais, precisa-se de alguns aperfeiçoamentos no processo para estudos no futuro, principalmente na etapa de fermentação, maturação e carbonatação, que são as etapas mais delicadas para uma cerveja de boa qualidade e aceitação, e também as que mais influenciaram no teste sensorial de aceitabilidade, pois é preciso mais cuidado e atenção na execução das mesmas. Os atributos em relação a cor, aparência e odor, tiveram uma melhor aceitação, em comparação com a cerveja comercial, e a textura, sabor e gaseificação, não foram bem aceitos.

Conclui-se ainda, que cervejas com baixo teor alcoólico são mais fracas, leves e não sofrem grande alteração no sabor, obtendo-se assim uma cerveja de melhor aceitação, podendo dar preferência ao consumo de cervejas com menores teores alcoólicos e garantir uma vida mais saudável e longa, além de o malte ser a matéria-prima principal e o agente de extrema importância nas cervejas, pois a sua quantidade é o principal elemento que define as características das cervejas artesanais. Ressalta-se ainda que o teor alcoólico das cervejas se dá por dois fatores, o malte e o açúcar invertido, pois os dois possuem a característica dos açúcares ser transformados em alcoóis, e a quantidade é que determina se a cerveja será de baixo, médio e alto teor alcoólico.

REFERÊNCIAS

- ALEDEIROS. **O que é lúpulo, afinal?** 2015. Disponível em: <<https://crialeimportadora.wordpress.com/2015/07/20/o-que-e-lupulo-afinal/>>. Acesso em: 4 jun. 2017.
- AMARANTE, J. O. A. **Classificação das cervejas.** 2011. Disponível em: <<http://www.amarante-vinhos.com.br/cevveja-de-trigo/classifica%C3%A7%C3%A3o-das-cevvejas>>. Acesso em: 26 abr. 2017.
- AMBEV. **A construção de um sonho grande.** 2017. Disponível em: <<http://www.ambev.com.br/sobre/>>. Acesso em: 21 mai. 2017.
- ALMEIDA E SILVA, J. B. **Cerveja.** Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e Mercado. São Paulo: Edgard Blucher, 2005, p.347-380.
- AMORIM, B. **Os ingredientes de uma cerveja.** 2014. Disponível em: <<https://papodehomem.com.br/os-ingredientes-de-uma-cevveja/>>. Acesso em: 29 mai. 2017.
- ANDERSON, J. **Malt: the essential flavour.** Confectionery Prod., v. 61, n. 3, p. 216-218. 1995.
- ARÁUJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. **Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro.** Ciênc. Tecnol. Alim., v. 23, n. 2, p. 121-128. 2003.
- ARAÚJO, L. **Setor de cervejas artesanais pode crescer em 14% em 2017.** 2017. Disponível em: <<http://edicaodobrasil.com.br/2017/04/27/setor-de-cevvejas-artesanais-pode-crescer-14-em-2017/>>. Acesso em: 30 mai. 2017.
- BRASIL. **Decreto-lei nº 6.871, de 4 de Junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 Julho de 1994.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em: 15 mar. 2017.
- BRASIL. **Projeto de Lei nº 5.191, de 25 de setembro de 2013.** Dispõe sobre as diretrizes orçamentárias para o exercício financeiro de 2013 e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:camara.deputados:projeto.lei;pl:2013-03-20;5191>>. Acesso em: 30 ago. 2017.
- BREDA, M. H. **Fervura e lupagem.** 2010. Disponível em: <<http://brejadobreda.blogspot.com.br/2010/01/passos-4-fervura-e-lupulagem.html>>. Acesso em: 7 jun. 2017.
- BREJAS. **O que é cerveja?** 2007. Disponível em: <<http://www.brejas.com.br/cevveja.shtml>>. Acesso em: 04 abr. de 2017.

BREJA DO BRED. **Fermentação**. 2010. Disponível em: <<http://brejadobreda.blogspot.com.br/2010/01/passos-5-fermentacao.html>>. Acesso em: 04 set. 2017.

BRESSIANI, C. E. **O crescimento de 39,6% no número de cervejarias em 2016 é espetacular**. 2017. Disponível em: <<http://blogs.oglobo.globo.com/aqui-se-bebe/post/artigo-o-crescimento-de-396-no-numero-de-cervejarias-em-2016-e-espetacular.html>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

BORTOLI, D. A. da S., et. al. **Leveduras e produção de cervejas – Revisão**. Bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 45-58, jan/jun. 2013.

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

CERVBRASIL. **Guia das cervejarias no Brasil**. Cervejarias Artesanais Brasileiras. 2016.

CERVEJAS DO MUNDO. **História da cerveja – A antiguidade**. Disponível em: <http://www.cervejasdomundo.com/Na_antiguidade.htm>. Acesso em: 22 abr. 2014.

CERVEJA PETRA. **Maltes caramelos, cristal e torrado**. 2017. Disponível em: <<http://www.cervejapetra.com.br/2017/04/06/maltes-caramelo-cristal-e-torrado/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia de produção mais limpa série cervejas e refrigerantes**. São Paulo, 2005.

CIZOTO, P. **O que são cervejas “Lambic”**. 2014. Disponível em: <<https://quenaofaltemalte.com/2014/02/13/o-que-sao-cervejas-lambic/>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

COSTA, R. H. K. **Produção de cerveja com baixo teor alcoólico**. Dissertação (Mestrado em Ciências – Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, 2016.

COUTINHO, C. A. T. **A história da cerveja no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://cervisiafilia.blogspot.com.br/p/termos-de-uso.html>>. Acesso em: 30 de abr. 2017.

CRUZ, I.; PINHEIRO, J. L.; AMORIM S. M. de.; KUGLIN V. B. **Produção de cerveja**. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Bioquímica, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

DINO. **Qual a diferença entre cerveja industrializada e cerveja artesanal**. Revista Exame, 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/dino/qual-a-diferenca-entre-cerveja-industrializada-e-cerveja-artesanal-shtml/>>. Acesso em: 7 mai. 2017.

DINSLAKEN, D. **8 dicas para melhorar a clarificação da cerveja**. 2016. Disponível em: <<http://concerveja.com.br/8-dicas-para-melhorar-clarificacao-da-cerveja/>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

DINSLAKEN, D. **Carbonatação excessiva ou insuficiente – Falhas na cerveja**. 2017. Disponível em: <<http://concerveja.com.br/carbonatacao/>>. Acesso em: 10 set. 2017.

DINSLAKEN, D. **Como resfriar o mosto mais rápido**. 2016. Disponível em: <<http://concerveja.com.br/resfriar-mosto/>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

FARIA, M. T. de. **O completo manual de cerveja em casa**. 1. ed. São Paulo: OnLine, 2015.

FERREIRA, A. **Cervejarias artesanais no Brasil**. Instituto da cerveja Brasil. 2016. Disponível em: <<https://www.institutodacerveja.com.br/blog/n113/novidades/cervejarias-artesanais-no-brasil>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

GUZZO. **Moinho para cereais**. 2017. Disponível em: <<http://www.guzzo.ind.br/produtos/moinho-para-cereais.htm>>. Acesso em: 15 set. 2017.

HAIJ-ISA, N. M. A. **Estudo do uso de conservadores associados a tratamento térmico brando na preservação de cerveja a temperatura ambiente**. 2000. 147f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2000.

HARDWICK, W.A. **Handbook Brewing**. New York: Marcel Dekker, Inc., 714p. 1995.

HUGO, V. **Processo de produção de cerveja**. 2013. Disponível em: <<http://www.engenhariadacerveja.com.br/2013/processo-de-producao-de-cerveja/>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

HUIGE, N. J. **Progress in beer oxidation control**. Beer and wine production: analysis, characterization and technological advances. Washington, DC: American Chemical Society. p. 64-97, 1993.

HYPENESS. **Resíduos da produção de cerveja artesanal vira alimento**. 2016. Disponível em: <http://www.hipernoticias.com.br/entretenimento/residuos-da-producao-de-cerveja-artesanal-vira-alimento/62014>. Acesso em: 13 set. 2017.

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

JUAN. **Nossa cerveja – 7ª Pilsen/Pale Ale**. 2013. Disponível em: <<http://cervejanaguela.blogspot.com.br/2013/03/nossa-cerveja-7-pilsenpale-ale.html>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

LAZAROTTO, M.; NETIPANYJ, R. R.; MAGALHÃES W. L. E. **Método de Fehling adaptado: uma ferramenta para analisar açúcares redutores totais em madeira hidrolisada**. Colombo (PR), Embrapa, 2012.

LIMA, U. A. **Matérias-primas dos alimentos**. 1. ed., São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2010.

LUCAS. **Guia de regulamentação da cerveja artesanal no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://cerevisiae.com.br/guia-regulamentacao-cerveja-artesanal/>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

MENDES, D. **Curso básico de elaboração de cervejas artesanais**. [200-]. Frei Tuck - Slow Beer.

MERLO, D. **História da cerveja: fatos que irão te surpreender!** 2016. Disponível em: <<http://www.ocaneco.com.br/historia-da-cerveja/>>. Acesso em: 04 de abr. 2017.

MERLO, D. **Conheça mais sobre cerveja lager**. 2016. Disponível em: <<http://www.ocaneco.com.br/conheca-mais-sobre-as-cervejas-lager-2/>>. Acesso em: 31 mai. 2017.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Larousse, 2009.

MORRIS, S. **Matéria-prima**. 2012. Disponível em: <<http://saint-beer.blogspot.com.br/2012/08/materia-prima.html>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

MOSS, M. **A família das ales**. [200-]. Disponível em: <http://www.beerlife.com.br/portal/default.asp?id_texto=20>. Acesso em: 17 abr. 2017.

MUXEL, A. A. **A química da cor da cerveja**. 2016. Disponível em: <http://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2016/10/A-Qu%C3%ADmica-da-cor-da-cerveja_3.pdf>. Acesso em: 24 set. 2017.

OLIVEIRA, M. de A. **Produção de cerveja de baixo teor alcoólico utilizando leveduras imobilizadas em biopolímero**. Dissertação Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade Tiradentes. Aracajú, 2011.

PACHUCA. **A Importância da água na fabricação da cerveja artesanal**. 2016. Disponível em: <<http://pachuca.com.br/blog/importancia-da-agua-na-fabricacao-da-cerveja/>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

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

PARADA, A. **Cerveja artesanal em São Paulo**. 2017. Disponível em: <<https://cervejaartesanalesaopaulo.com.br/tag/carbonatacao>>. Acesso em: 11 set. 2017.

PARANHOS, A. P. **O que é cerveja artesanal?** 2017. Disponível em: <<http://www.mestre-merceiro.com/o-que-e-cerveja-artesanal/>>. Acesso em: 30 set. 2017.

PASSARELI, E. **O elemento base da cerveja.** [201-] Disponível em: <http://www.beerlife.com.br/ed3/materia_prima.asp>. Acesso em: 03 jun. 2017.

REINOLD, M. R. **O mercado merceiro brasileiro atual – potencial de crescimento.** Revista Indústrias de Bebidas. Santos, 2011.

REINOLD, M. R. **Cerveja sem álcool.** 2003. Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/inovacoes-tecnologicas/59-cerveja-sem-alcool.html>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

REINOLD, M. R. **Lúpulo: O tempero da cerveja.** 2017. Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/lupulo/28-lupulo-o-tempero-da-cerveja.html>>. Acesso em: 31 mai. 2017.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. **A química da cerveja. 2015.** Disponível em: <<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.89>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

ROSA, R. **Extrato potencial e ficha de análise do malte.** 2010. Disponível em: <<http://cervejarte.org/blog/2010/02/23/extrato-potencial-e-ficha-de-analise-de-malte/>>. Acesso em: 19 mai. 2017.

RUSSANO. G. **Adjuntos merceiros.** 2015. Disponível em: <http://www.clubeer.com.br/blog/post/559-adjuntos_merceiros>. Acesso em: 05 jun. 2017.

SANTOS, M. S. dos; RIBEIRO, F. de M. **Cervejas e refrigerantes.** São Paulo : CETESB, 2005. Disponível em : <http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2014.

SEBRAE. **Potencial de consumo de cervejas no Brasil.** 2014. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/wpcontent/uploads/2015/12/2014_05_20_RT_Mar_Agron_Cerveja_pdf.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

SERAFINI, L. **Estilos de cervejas.** 2011. Disponível em: <<http://cervejasespeciais.blogspot.com.br/2011/07/9-estilos-de-cerveja.html>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

SILVA, D. **Moagem de malte.** 2017. Disponível em: <<http://www.condadodacerveja.com.br/moagem-do-malte/>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

SILVA, D. **Aprenda mais sobre brassagem da cerveja artesanal.** 2015. Disponível em: <<http://www.condadodacerveja.com.br/aprenda-mais-sobre-a-brassagem-da-cerveja-artesanal/>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

SILVA, D. **A importância da fervura do mosto**. 2016. Disponível em: <<http://www.condadodacerveja.com.br/a-importancia-da-fervura-do-mosto/>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

SILVA, D. **Aprenda sobre o processo de fermentação**. 2016. Disponível em: <<http://www.condadodacerveja.com.br/aprenda-sobre-o-processo-de-fermentacao/>>. Acesso em: 03 set. 2017.

SILVA, D. **Como fazer a maturação da cerveja artesanal**. 2015. Disponível em: <<http://www.condadodacerveja.com.br/como-fazer-a-maturacao-da-cerveja-artesanal/>>. Acesso em: 05 set. 2017.

SILVA, D. **Como fazer a carbonatação da cerveja artesanal**. 2015. Disponível em: <<http://www.condadodacerveja.com.br/como-fazer-a-carbonatacao-da-cerveja-artesanal/>>. Acesso em: 10 set. 2017.

SPIESS, S. **A cor da cerveja**. 2016. Disponível em: <<http://www.ocaneco.com.br/cor-da-cerveja/>>. Acesso em: 16 abr. 2017.

SPIESS, S. **Água cervejeira: Propriedades da água**. 2016. Disponível em: <<http://www.ocaneco.com.br/agua-cervejeira-analise/>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

STEIN, W. **Lúpulo**. 2015. Disponível em: <<http://maltadonaofiltrado.blogspot.com.br/2015/01/lupulo.html>>. Acesso em: 5 jun. 2017.

VANINI, E. **Mercado cervejeiro movimenta R\$74 bilhões no Brasil**. 2016. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/mercado-cervejeiro-movimenta-74-bilhoes-no-brasil-18950844>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

VASCONCELOS, F. **O mito das cervejas artesanais**. 2017. Disponível em: <<https://www.beerbier.com.br/blog/o-mito-das-cervejas-intensas/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

VENTURINI-FILHO, W. **Bebidas Alcoólicas – Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Editora Blucher, v.01, 2010.

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

VENTURINI, W. G. F.; CEREDA, M. P. **Biotecnologia industrial: Biotecnologia na produção de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2001.

VENTURINI, W. G. F. **Tecnologia de bebidas**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2005.

VIDALE, G. **Entenda por que a cerveja sem álcool é aliada da atividade física**. Revista Veja, 22 out. 2016. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/saude/entenda->

por-que-a-cerveja-sem-alcool-e-aliada-da-atividade-fisica/>. Acesso em: 03 mai. 2017.

VIERIA, A. W. **Apostila de produção de cervejas artesanais**. ACervAPaulista – Associação dos Cervejeiros Artesanais Paulista. [200-].

VILELA, B. O. **Como se faz para produzir uma cerveja sem álcool?** Revista Galileu, 2007. Ed.187. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT669619-1716-3,00.html>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

ZOBARAN, E. **Número de cervejarias no Brasil cresce 17,5% no primeiro semestre de 2017**. 2017. Disponível em: <<http://blogs.oglobo.globo.com/aqui-se-bebe/post/numero-de-microcervejarias-no-brasil-cresce-175-no-primeiro-semester-de-2017.html>>. Acesso em: 05 out. 2017.

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

ANEXO A

AVALIAÇÃO DO TESTE SENSORIAL DAS CERVEJAS ARTESANAIS PRODUZIDAS

Nome: _____

Idade: _____

CERVEJA 1	MP	PP	NP
Cor:			
Aparência:			
Odor:			
Textura:			
Sabor:			
Gaseificação			

CERVEJA 4	MP	PP	NP
Cor:			
Aparência:			
Odor:			
Textura:			
Sabor:			
Gaseificação			

CERVEJA 2	MP	PP	NP
Cor:			
Aparência:			
Odor:			
Textura:			
Sabor:			
Gaseificação			

CERVEJA 5	MP	PP	NP
Cor:			
Aparência:			
Odor:			
Textura:			
Sabor:			
Gaseificação			

CERVEJA 3	MP	PP	NP
Cor:			
Aparência:			
Odor:			
Textura:			
Sabor:			
Gaseificação			

Legenda:

MP: Muito Parecida com a comercial**PP:** Pouco Parecida com a comercial**ND:** Nada Parecida com a comercial