

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
THÚLIO DO VALE LEÃO

ESTUDO DA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR
ALCOÓLICO

FORMIGA - MG
2017

THÚLIO DO VALE LEÃO

ESTUDO DA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR
ALCOÓLICO

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

Orientador: Prof. Neylor Makalister Ribeiro
Vieira

FORMIGA - MG

2017

L437 Leão, Thúlio do Vale.
Estudo da fabricação de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico /
Thúlio do Vale Leão. – 2017.
58 f.

Orientador: Neylor Makalister Ribeiro Vieira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Química)-Centro Universitário de Formiga-UNIFOR, Formiga, 2017.

1. Bebidas. 2. Cervejas. 3. Bebidas alcoólicas. I. Título.

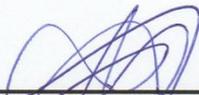
CDD 664

Thúlio do Vale Leão

ESTUDO DA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR
ACOÓLICO

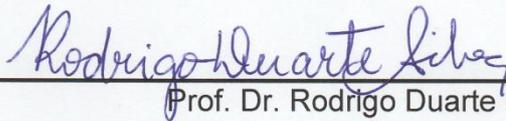
Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Química do UNIFOR, como requisito
parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA



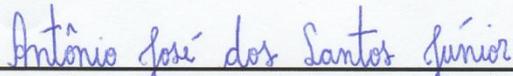
Prof. Neyler Makalister Ribeiro Vieira

ORIENTADOR



Prof. Dr. Rodrigo Duarte Silva

UNIFOR



Prof. Me. Antônio José dos Santos Júnior

UNIFOR

Formiga, 01 de Novembro de 2017.

A todos familiares, amigos e mestres
que se fizeram presente nessa grande
caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela concretização deste sonho, por dar a oportunidade de alcançar essa vitória. Aos meus pais por sempre ter incentivado e não mediram esforços para que pudesse realizar meu sonho. A todos os familiares que de alguma forma puderam contribuir com essa conquista.

Aos amigos que trilharam comigo essa caminhada e fizeram que a mesma se tornasse mais fácil de concretizar-la.

Aos colegas de classe e a todo corpo docente do curso de engenharia química do UNIFOR, em especial a um amigo que ganhei ao longo dessa jornada, o orientador Neylor Makalister que desde o primeiro momento sempre dividiu seus conhecimento a fim de ajudar-me a fazer sempre o melhor.

Agradeço enfim, a todos que de alguma forma se fizeram presente, acreditaram e torceram! Muito obrigado!

RESUMO

A cerveja é uma bebida alcoólica obtida a partir da fermentação derivada do mosto maltado, oriundo do malte de cevada. Este trabalho apresenta a descrição do processo da obtenção da cerveja de baixo teor alcoólico, as etapas e matérias primas utilizadas durante todo o processamento. As etapas de processamento da cerveja de baixo teor alcoólico são bastante parecidas como o da cerveja normal, tais como a obtenção do mosto, fermentação, maturação, filtração e envase. Existem alguns métodos para conseguir a cerveja com baixo teor alcoólico, dentre eles o processo de fermentação interrompida que faz com que as características físico-químicas e sensoriais se diferenciem da cerveja comum. Este trabalho poderá auxiliar pessoas que estão em busca de informações sobre o tema, tendo em vista que essa área ainda tem uma escassez de material bibliográfico e o mercado da cerveja com baixo teor alcoólico vem crescendo cada vez mais no Brasil nos últimos anos.

Palavras-chave: Bebidas, Cervejas, Bebidas alcoólicas.

ABSTRACT

Beer is an alcoholic drink made through mash of malted barley leavening. This dissertation shows the description of the process to obtain beer of low alcohol concentration, such as the stages and prime matter used during all production. The low alcohol concentration beer's stages of production are very similar to the normal beer one, such as the mash getting, the leavening, the maturing, filtration and filling process. Then, the conclusion is that there are some methods to get beer with low alcohol concentration, among which the interrupted leavening process making the sensorial and physic-chemical characteristics being different from normal beer. This dissertation will be able to help people seeking information about this theme. Whereas there is some lack of bibliographical material in this area and the low alcohol concentration beer industry is increasingly growing in Brazil in the last years.

Keywords: Drinks, beer, alcohol drinks.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Cevada utilizada como malte	22
Figura 2 – Adjuntos de arroz e milho moídos	22
Figura 3 – Lúpulo	23
Figura 4 – Leveduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i> vistas por microscópio.....	24
Figura 5– Cerveja tipo Pilsener Urquel.....	26
Figura 6 – Comparação entre a cerveja <i>Pilsen</i> e o que se bebe como <i>Pilsen</i>	27
Figura 7 – Cerveja Guinness – <i>Dry Stout</i>	28
Figura 8 – Cervejas a Base de Trigo	29
Figura 9 – Cervejas com xaropes de frutas doces em diferentes tons.....	29
Figura 10 – Cervejas <i>Peche</i> , <i>Kriek</i> e <i>Frambiose</i>	30
Figura 11 – Cervejas da abadia de Wesmalle e cervejas da abadia de Chimay.....	31
Figura 12 – Fluxograma da produção da cerveja com baixo e alto teor alcoólico	35
Figura 13 – Trub de cerveja artesanal.....	38
Figura 14 – Trocador de calor em placas	39
Figura 15 – Máquina de envase	43
Figura 16 – Fluxograma do presente trabalho.....	45
Figura 17 – Métodos de produção de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico	46
Figura 18 – Fluxograma do processo de fermentação interrompida	48
Figura 19 – Processo de osmose convencional	49
Figura 20 – Processo de osmose reversa (Inversa)	50
Figura 21 – Dois tipos de cervejas artesanais de baixo teor alcoólico: “ <i>Chula Sin</i> ” e “ <i>Cerveza Salvaje</i> ”	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Requisitos mínimos para água de boa qualidade	20
Tabela 2 – Composições químicas do lúpulo na fase natural	24
Tabela 3 – Resumo da classificação das cervejas	33
Tabela 4 – Porcentagens de CO ₂ em diferentes tipos de cerveja	42

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2.1.	Objetivo Geral	14
2.2.	Objetivos Específicos	14
3.	JUSTIFICATIVA.....	15
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1.	A HISTÓRIA DA CERVEJA.....	16
4.2.	DEFINIÇÃO.....	19
4.3.	MATÉRIAS PRIMAS.....	19
4.3.1.	Água	20
4.3.2.	Malte	21
4.3.3.	Adjuntos	22
4.3.4.	Lúpulo	23
4.3.5.	Levedura	24
4.4.	CLASSIFICAÇÃO DAS CERVEJAS	25
4.4.1.	Quanto à Origem e Características Particulares	26
4.4.2.	Quanto ao Extrato Original/Primitivo.....	31
4.4.3.	Quanto à Cor.....	31
4.4.4.	Quanto ao Teor Alcoólico.....	31
4.4.5.	Quanto à Quantidade de Malte de Cevada	32
4.4.6.	Quanto a Fermentação.....	32
4.4.7.	Quanto ao Tratamento Térmico	33
4.5.	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR ALCOÓLICO	34
4.5.1.	Moagem.....	35
4.5.2.	Mosturação	36
4.5.3.	Filtração da Mostura	36
4.5.4.	Cozimento do Mosto	37
4.5.5.	Recebimento do Mosto e Separação do Trub.....	37
4.5.6.	Resfriamento do Mosto e Aeração.....	38
4.5.7.	Fermentação	39
4.5.8.	Maturação	41

4.5.9.	Filtração ou Clarificação.....	41
4.5.10.	Envase.....	43
5.	METODOLOGIA	44
6.	RESULTADO E DISCUSSÕES	47
6.1.	PROCESSO DE FERMENTAÇÃO INTERROMPIDA USADA NA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR ALCOÓLICO.....	47
6.2.	PROCESSO DE OSMOSE REVERSA USADA NA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR ALCOÓLICO.....	49
7.	CONCLUSÕES	53
	REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

A bebida alcoólica mais popular é a cerveja. Fabricada há muitos anos, sofreu diversos aprimoramentos técnicos, melhorando a produção, o sabor, o aroma e conseqüentemente o consumo. Entretanto é uma bebida complexa, que exige atendimento a normas e leis específicas para sua produção e passa por rigorosos testes de qualidade, pois todas as matérias primas utilizadas e todas as etapas do processo de obtenção da cerveja influenciam os fatores físicos, químicos, biológicos e sensoriais.

O consumo e a produção de bebida alcoólica vêm dos tempos mais antigos, e as atividades eram realizadas pelos homens. Tem-se conhecimento que a bebida alcoólica foi inserida por volta de oito mil anos antes de Cristo, que na época comercializavam (trocavam e vendiam a cerveja) como forma de pagamentos de dívidas e por questões religiosas.

No Brasil a cerveja comum foi introduzida no século XIX, no ano de 1808, trazida pela família real Portuguesa e mais tarde foi introduzida a cerveja de baixo teor alcoólico no ano de 1991. No início, apenas o grupo Antártica produzia esse tipo de bebida que recebia o nome de “*Kronenbier*” e com o passar do desenvolvimento tecnológico e o aperfeiçoamento, mais onze cervejarias desenvolveram suas próprias cervejas de baixo teor alcoólico.

O crescimento da produção de cerveja de baixo teor alcoólico, se consolidou devido ao desenvolvimento de novas tecnologias, pesquisas, superação de problemas enfrentados pelo mercado, otimização do processo de produção, redução dos custos, melhoras na qualidade das cervejas e uma eficiente cadeia de suprimentos. Contudo, o mercado foi se solidificando ainda mais e aparecendo as cervejas especiais, tais como as cervejas artesanais. Tais cervejas apresentam matérias primas de alta qualidade, podendo-se fazer o uso ou não de aditivos, tendo sempre um cuidado especial na produção da mesma. Assim oferecem cervejas especiais, diferentes das comuns, entretanto sempre tomando cuidado em manter as receitas originais tradicionais, antigas.

Para se obter a cerveja sem álcool, podem-se realizar diferentes processos, tais como processo por diálise, por osmose reversa, de evaporação a vácuo e por fermentação interrompida. Este último processo é o mais utilizado pelas cervejarias

Brasileiras, sendo que após esse processo é necessário fazer correção do teor alcoólico.

O procedimento para obtenção da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico é o mesmo da cerveja comum de baixo teor alcoólico, o que difere são os tipos de matérias primas utilizados. As mais conhecidas são: a água, malte de cevada, adjuntos, lúpulo e leveduras.

Entretanto para ser considerada de baixo teor alcoólico necessita-se conter de 0,05 a 2% de teor alcoólico. E para demais devem estar entre 2 a 4,5% de médio teor alcoólico e de 4,5 a 7% para cervejas de alto teor alcoólico (REICHERT et. al., 2009).

O presente trabalho tem por finalidade apresentar dois tipos diferentes de obtenção da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico.

2. OBJETIVOS

Esta seção tem por finalidade apontar quais são os objetivos do presente trabalho, sendo eles objetivo geral e os objetivos específicos conforme especificados a seguir.

2.1. Objetivo Geral

Apontar a definição de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico, descrevendo as matérias primas e o procedimento para obtenção da mesma. Com ênfase no processo de fermentação interrompida e no processo de osmose reversa.

2.2. Objetivos Específicos

- Definir o que é cerveja de alto teor alcoólico e cerveja de baixo teor alcoólico;
- Descrever as classificações da cerveja;
- Descrever as matérias primas empregadas na fabricação da cerveja artesanal;
- Descrever o processo de obtenção da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico (fermentação interrompida e osmose reversa);
- Comparar as duas formas de obtenção da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico.

3. JUSTIFICATIVA

O mercado de cerveja com baixo teor alcoólico vem crescendo em ritmo acelerado nos últimos anos, esse fenômeno teve seu impulso devido a Lei Seca vigorada no ano de 2008, que trouxe regras mais rígidas para os infratores de trânsito (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SUPERMERCADOS, 2016).

Outro motivo que auxilia nesse crescimento é o estilo de vida do brasileiro que vem mudando para hábitos mais saudáveis, acrescida de benefícios oriundos de ser uma bebida rica em vitaminas e agente antioxidantes, uma vida mais regrada, e uma cultura mais aprimorada do que nos tempos antigos. Conclui que, grande quantidade de pessoas está cada vez mais consumindo a bebida de baixo teor alcoólico (METRÓPOLES, 2017).

O mercado no ano de 2014 apresentava um crescimento de 5%, um crescimento superior aos 3% da cerveja com álcool, com isso movimentava milhões de reais anuais. Graças a esse crescimento, as empresas veem grande oportunidade para ampliar seu mercado consumidor e espalhar sua marca, gerando mais faturamento, consequentemente os lucros (ABIVIDRO, 2017).

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme Jorge (2004), o processo utilizado na fabricação dos dois tipos de bebida é basicamente o mesmo: inicia-se na fabricação do mosto, fermentação, maturação, filtração e por último o engarrafamento. O que difere a cerveja artesanal com álcool da cerveja artesanal sem álcool, são as propriedades físico-químicas e sensoriais conforme as dosagens de lúpulo e o processo fermentativo interrompido.

Entretanto toda cerveja possui teor alcoólico em sua composição, ou seja, não existe cerveja totalmente sem álcool. O que ocorre é que as dosagens de álcool são tão baixas que não há necessidade de constar no rótulo. Isso acontece quando as cervejas têm teores alcoólicos de 0,05% a 2%, podendo cervejas normais chegar a valores de até 14,9%, que são consideradas as cervejas com álcool.

4.1. A HISTÓRIA DA CERVEJA

Segundo Paiva (2011), a cerveja mais consumida no Brasil é do tipo “*American Standard Lager*” que tem como exemplo a Brahma, Antarctica e a Skol. Isso faz do Brasil o terceiro país produtor de cerveja no mundo. Entretanto o mercado cervejeiro especial está cada vez mais em expansão, comparando com o crescimento das cervejas comuns, o que favorece a venda e o consumo da bebida. Ferreira et al., (2011), apontam que mais de setenta bilhões de litros de cerveja são vendidos no Brasil anualmente.

Há oito mil anos atrás, as civilizações consideravam as bebidas feitas com cereais como cerveja. As técnicas para a fabricação da cerveja foram descoberta bem antes da era cristã (JORGE, 2004). Entretanto, segundo Hornsey (2003), a história da cerveja está relacionada com a origem e o desenvolvimento das civilizações. A cerveja pode ter sido descoberta por acaso, a partir da fermentação acidental de um cereal, pois nesta época havia necessidade de armazenagem dos alimentos. A partir daí, se deu o aparecimento de duas atividades humanas mais remotas: a agricultura e a fabricação do pão. A fabricação da cerveja e do pão era tarefa exercida pelas mulheres, com significativa importância, tanto que fazia parte da alimentação.

De acordo com Deliberalli (2015), a maneira de produzir a cerveja era bem simples. Antes de tudo, umedecia-se os grãos e deixava-os fermentar para depois

serem despejados em tina com água até germinar. Em seguida eram triturados rudemente para serem moldados em bolos e largados para descanso. Depois eram destruídos os bolos e submergidos em vasilhas com água para maturação e fermentação.

Os monges, que tinham melhores condições financeiras e culturais, viajavam em mosteiros pela Europa atrás de conhecimentos pela religião. Eles desenvolveram uma tecnologia cervejeira, que consistia em experimentar vários tipos de ervas durante a fabricação da cerveja. Essa técnica foi usada na Idade Média, para usar a bebida como mercadoria de comercialização e pagamentos de impostos. Devido a isso, as cidades evoluíram, o comércio comum se desenvolveu e a cerveja acabou se tornando prática habitual (JORGE, 2004).

O Império Romano, tinha várias áreas em seu domínio, e através das trocas comerciais, espalhou-se a cerveja pela Europa, onde apareceram as primeiras cervejarias (KRAMER, 2010).

Segundo Deliberalli (2015), no início do Século IX, existia uma forte ligação entre a vida de religiosidade e a cerveja, porque havia a necessidade de passar vários dias em jejum onde era proibido o consumo de alimentos sólidos e só poderiam ingerir líquido. Daí houve a necessidade de produzir uma maior quantidade de cerveja de melhor qualidade.

Alguns produtores de cerveja utilizavam de produtos não muito confiáveis, a partir daí surgiu a Lei de Pureza que foi iniciada pelo Duque Wilhem IV da Bavária no ano de 1516, onde poderiam utilizar apenas de água, malte e lúpulo como ingredientes. O uso de leveduras não tinha sido descoberto ainda naquela época, só depois de descoberto que foi incorporada a lei (VENTURINI, 2005).

De acordo com Morado (2011), no século XVI surgiu a cerveja “*Lager*” que em alemão significa “*Lagern*”, “conservada”. Que vem da prática de guardar o líquido da cerveja em barris frios no período de inverno e posteriormente serem ingeridos no verão. Conseqüentemente o líquido ficava mais transparente, claro e leve.

Ao decorrer dos séculos, no final da época da Idade Média, foram desenvolvidas duas invenções importantes a fim de produzir mais cervejas. Tais invenções são: máquina a vapor e a refrigeração artificial. A partir da fermentação no modo frio da bebida “*Lagers*”, criaram uma cerveja clara, com espuma e uma boa impressão que refrescasse e a cidade de Pilsen aderiu à cerveja mais conhecida e

consumida atualmente, que carrega o nome da cidade onde foi criada (DELIBERALLI, 2015).

No Brasil, segundo Venturini (2005), as cervejas foram inseridas pelos Europeus no século XIX no ano de 1808. A primeira fábrica foi fundada em 1842, onde posteriormente fabricaram a “cerveja barbante”, que tinha esse nome devido ao barbante que segurava a rolha para não soltar da garrafa por causa da pressão exercida pela enorme quantidade de gás carbônico que tinha em seu interior.

As principais cidades onde eram produzidas as cervejas no Brasil foram Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Lugares onde foram também o principal mercado consumidor (LIMBERGER, 2013).

Porém, a história da cerveja teve seus momentos ruins que foi entre os séculos XIX e XX. Devido aos movimentos contra o consumo de álcool, ausência de matéria-prima e as guerras mundiais, foram dificultadas a produção e a liberação da bebida. Instituiu leis que fiscalizavam o consumo. Entretanto, anos mais tarde, por volta de 1950, após as guerras, voltou-se a fabricar as bebidas. Existia certa empolgação para retomar as tradições (MORADO, 2011).

Conforme Deliberalli (2015), nos séculos XX e XXI, se consolidou a produção e o consumo da bebida. Os produtores agradaram o paladar dos consumidores e através de mídias, puderam transmitir seus recados, aumentando a oportunidade de expansão do produto.

No Brasil o produto foi consolidado pela Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia no ano de 1889, e a Companhia Antártica Paulista foi consolidada em 1891, que posteriormente se juntaram consolidando a “*American Beverages*”, a atual AmBev (KRAMER, 2010).

Em 2001 houve um grande crescimento do mercado cervejeiro no Brasil devido ao desenvolvimento de tecnologias e pesquisas, superação das crises, diminuição do custo e a qualidade dos produtos cada vez melhor. Um fator muito importante também foi a situação do país cada vez mais favorável nos anos de 1994 e 1995, onde a população passou a mudar o conceito e o hábito do consumo de bebida alcoólica (VENTURINI, 2005).

Atualmente está crescendo cada vez mais o consumo de cervejas especiais, pois estas são produzidas a partir de matérias primas de qualidade alta, variando a utilização de aditivos com equipamentos de alta tecnologia. Entretanto deve-se ter

cuidado ao produzir cervejas especiais, pois os resultados devem ser bem diferenciados e interessantes (REINOLD, 2011).

4.2. DEFINIÇÃO

De acordo com a Lei Federal número 8.918/94 e pelo Decreto 2.314/9789 a cerveja é considerada uma bebida de fermentação alcoólica de mosto cervejeiro, provindo do malte de cevada e água potável, por circunstância da levedura com acréscimo de lúpulo. Entende-se, portanto, que a cerveja é a mistura da água, malte, lúpulo e levedura (KRAMER, 2010).

Como já citado anteriormente, a cerveja pode variar em seu teor alcoólico, de 0,05%, que são consideradas as cervejas sem álcool, até 14,9% que são as cervejas com álcool. Entretanto as cervejas mais consumidas variam entre 4% a 5% de teor alcoólico.

Jorge (2004) classifica a cerveja sem álcool como bebida com 0,5% em volume contra 4,0% a 6,0% em relação a outras cervejas. Porém a definição da cerveja depende de outros fatores, os quais são: o tipo de fabricação, cor e teor alcoólico, padrões de qualidade, padrões de rotulagem e análise de controle.

Conforme a Acerva Paulista - Associação dos cervejeiros artesanais paulista (2009), 90% da cerveja são constituídos por água e as demais composições são as responsáveis por alterar o gosto da mesma. A água utilizada para fabricar a bebida passa pelo processo de decarbonatação e dessalinização, para dessa forma, conseguir o determinado tipo de bebida que quer oferecer.

4.3. MATÉRIAS PRIMAS

Para cerveja artesanal com baixo teor alcoólico, se utiliza das mesmas matérias primas para uma cerveja com alto teor alcoólico: água de melhor qualidade, o malte, que tem como exemplo a cevada, que é o cereal mais utilizado; o lúpulo, que é responsável pelo amargor da cerveja; fermento ou levedura, que vai proporcionar fermentação no mosto cervejeiro; e os adjuntos, que fazem o papel de complementação ou substituição do malte. Este contribui na concentração de extrato para a fermentação (PAIVA, 2011).

Entretanto deve-se tomar cuidado com vários fatores, tais como, a escolha adequada das matérias primas, a qualidade e qual melhor material para a devida cerveja que se pretende obter. Pois todos esses fatores influenciam no resultado sensorial da cerveja (REINOLD, 2011).

São apresentadas a seguir, as características de cada matéria prima necessária a produção da cerveja.

4.3.1. Água

Segundo Paiva (2011) a água é o principal componente da cerveja, que pode corresponder de 84% a 88% do peso final. Porém, para Jorge (2004) e Deliberalli (2015) a água representa 90% da cerveja. Kramer (2010) aponta em seu estudo que a água corresponde a 95% do peso da cerveja. Já Oliveira (2011) aponta que a água representa acima de 93% de matéria prima da cerveja. E Costa (2016) aponta um valor de aproximadamente de 92%.

As cervejarias levam em consideração a qualidade da água e a disponibilidade da mesma para se instalarem, pois para cada litro de cerveja produzida, utilizam-se dez litros de água (REINOLD, 2011).

Antes de ser utilizada, a água deve ser potável, sem cor, sem cheiro, sem sabor, mais neutra possível e atender as exigências específicas a fim de se obter um produto de qualidade desejado (JORGE, 2004). Contudo, para Filho (2000) toda água que compõe a cerveja deve passar por um processo químico, com operações físicas, mantendo dessa forma a garantia da qualidade da água.

Na TAB. 1 a seguir apresenta-se a todos os parâmetros utilizados como requisitos mínimos que devem ser atendidos para a obtenção da água como matéria prima para a produção da cerveja.

Tabela 1 – Requisitos mínimos para água de boa qualidade

PARÂMETRO	UNIDADE	ESPECIFICAÇÃO
pH	pH	6,5 a 8,0
Matéria Orgânica	mg O ₂ cons./l	0 a 0,8
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	50 a 150
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	18,0 a 79,0

Continuação da tabela 1 – Requisitos mínimos para água de boa qualidade

Alcalinidade	mg CaCO ₃ /l	0,8 a 25,0
Sulfatos	mg SO ₄ /l	1 a 30
Cloretos	mg Cl/l	1 a 20
Sílica	mg SiO ₂ /l	1 a 15
Cálcio	mg Ca ₂₊ /l	5 a 22,0
Magnésio	mg Mg ₂₊ /l	1 a 6

Fonte: Silva (2015).

4.3.2. Malte

O malte é a matéria prima provinda pela germinação controlada das sementes de qualquer cereal, que podem ser: cevada, trigo, milho e arroz. Entretanto com tantas opções, a mais utilizada para produção da cerveja é o malte de cevada, devido as suas características físicas e composições químicas (COSTA, 2016). Silva (2015) complementa que a utilização da cevada se dá devido a mesma ser rica em amido, que é convertido em açúcares, e também por obter uma quantidade de aminoácidos necessários para que ocorra o crescimento da levedura. Para Paiva (2011) o cereal de cevada é mais utilizado, pois possui enzimas aminolíticas e proteolíticas que faz a mistura de cevada render na hora da obtenção do malte.

Jorge (2004) menciona dois tipos de cevadas: de duas e de seis fileiras. A mais utilizada é a cevada de duas fileiras, pois seus grãos são maiores e mais uniformes. E Almeida (2014) explica que geralmente a cevada possui a casca presa ao grão que o protege durante o processo de maltagem. Silva (2015), porém, complementa o pensamento de Almeida dizendo que, além da casca, a cevada possui o endosperma que é o responsável por conter o amido, e possui o embrião que germina transformando-se em endosperma, que contribui para fabricação do mosto. É na escolha do malte que é definido o aroma, a cor (grãos de malte claro produzirá cerveja de cor clara e grãos de malte escuro produzirão cerveja de cor escura), o sabor da cerveja e a espuma (DELIBERALLI, 2015).

A FIG. 1 a seguir mostra a cevada como exemplo do malte utilizado para fabricação da cerveja.

Figura 1 – Cevada utilizada como malte



Fonte: Paiva (2011).

4.3.3. Adjuntos

Os adjuntos são cereais que podem substituir totalmente ou parcialmente o malte. Exemplos de adjuntos são: trigo, arroz, milho, centeio, aveia, sorgo açúcar e xarope (OLIVEIRA, 2011). Venturini (2005) complementa dizendo que adjuntos são matérias não malteados carboidratos de composição e propriedades que podem complementar o malte de cevada.

Os adjuntos mais utilizados são o arroz e o milho moído, pois possuem um custo relativamente baixo e possuem um elevado teor de amido. Proporcionando assim, cervejas mais encorpadas e mais doces (REINOLD, 2011).

Conforme Oliveira (2011) essa matéria prima é colocada durante o processo de fabricação do mosto e proporciona um material mais fermentável, diminuindo teor de nitrogênio no extrato.

Na FIG. 2 são apresentadas os adjuntos de arroz e o milho moído utilizados para complementação do malte.

Figura 2 – Adjuntos de arroz e milho moídos



Fonte: Reinold (2008).

4.3.4. Lúpulo

Oriundo de terras onde o clima é mais frio, o lúpulo é uma planta trepadeira dióica, ou seja, existem plantas machos e fêmeas. Entretanto para uso na fabricação da cerveja a planta fêmea é a escolhida, pois é ela que contém a *lupulina*, substância que confere o sabor amargo da cerveja (CORDEIRO, A.; PRETES, G., 2007). A FIG. 3 apresenta a planta em sua forma natural.

Figura 3 – Lúpulo



Fonte: Rainhas do lar (2010).

Venturini (2005) cita que o lúpulo possui ação natural de conserva, devido a presença de polifenóis, ricos em taninos. Para Kramer (2010) o lúpulo é um agente que atrapalha o crescimento microbiano e auxilia na estabilidade da espuma. Estudos de Silva (2015) apontam que o lúpulo possui características de amargor e aroma e também ajuda na coagulação das proteínas presente no mosto, estabilizando assim a cerveja. Entretanto no portal da Cervesia (2013) é mencionado que a planta possui características organolépticas e tem uma função de evitar que se forme espuma durante o processo de cozimento.

Na etapa de cozimento, quanto mais tempo ela permanecer, maior o grau de isomerização e conseqüentemente mais amarga será a bebida (COSTA, 2016).

De acordo com Morado (2009) utiliza-se de pouca quantidade dessa matéria prima, cerca de quarenta a trezentos gramas para cem litros de produto final e a mesma não altera o teor alcoólico nem o corpo da bebida final.

O lúpulo se dispõe de diferentes composições químicas naturais, que serão apresentadas na TAB. 2 a seguir.

Tabela 2 – Composições químicas do lúpulo na fase natural

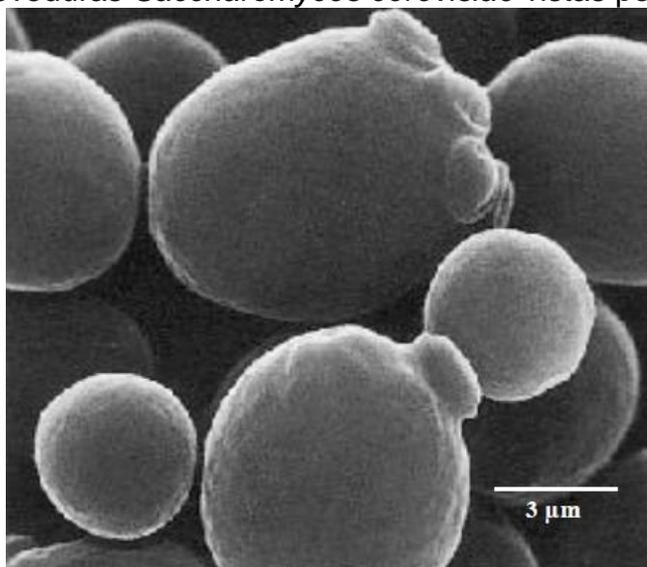
COMPONENTE	QUANTIDADE (%)
Resinas Amargas Totais	De 12 a 22
Proteínas	13 a 18
Celulose	10 a 17
Polifenóis	4 a 14
Umidade	10 a 12
Sais Minerais	7 a 10
Açúcares	2 a 4
Lipídios	2,5 a 3,0
Óleos Essenciais	0,5 a 2,0
Aminoácidos	0,1 a 0,2

Fonte: Silva (2015).

4.3.5. Levedura

As leveduras são fungos unicelulares não visíveis a olho nu, conforme demonstra a FIG. 4. E dentre elas existem dois tipos que são mais usadas para fabricação da cerveja: as *Saccharomyces cerevisiae* que são utilizadas para as cervejas de alta fermentação, com temperatura entre 18 a 22 °C. E as *Saccharomyces pastorianus* que são utilizadas para as cervejas de baixa fermentação, com temperatura variando de 7 a 15 °C (KRAMER, 2010).

Figura 4 – Leveduras *Saccharomyces cerevisiae* vistas por microscópio



Fonte: Cooper (2007).

Conforme Deliberalli (2015) o objetivo das leveduras é fermentar os açúcares em glicose e maltose em dióxido de carbono e álcool etílico. Liberando aromas e sabores florais e frutais na bebida. E de acordo com Oliveira (2011), para se conseguir os aromas florais e frutais, as leveduras devem ser cultivadas da forma mais natural possível, isenta de microorganismos contaminados.

Todavia Venturini (2005) cita que para cada processo existe uma levedura específica, e para se conseguir saber qual melhor levedura utilizar para cada processo, considera-se o seu comportamento em suspensão e se as mesmas estão aumentando de tamanho durante a fermentação, aumentando assim seu peso. Andrade (2011) complementa dizendo em seu referencial que, vários aspectos devem ser controlados, pois esses influenciam na hora da escolha. Tais aspectos são: características genéticas, fisiologia celular, disponibilidade de nutrientes e condições físicas.

4.4. CLASSIFICAÇÃO DAS CERVEJAS

São dadas algumas classificações para a cerveja de acordo com algumas características. Quanto à sua origem e características particulares que podem variar a partir do local que foram produzidas e as características que cada componente tem. Quanto ao extrato primitivo/original: o extrato original é o extrato utilizado antes de começar o processo de fermentação. Extrato aparente é aquele mensurado durante o processo de fermentação. E o extrato real é aquele mensurado durante o processo de fermentação, corrigindo a densidade do álcool. Quanto a cor que pode variar entre clara e escura, que é produzido de acordo com o malte (malte de cor clara produzirá cerveja de cor clara, malte de cor escura produzirá cerveja de cor escura). Entretanto com o uso de corantes pode-se obter outras cores para a cerveja. Quanto ao teor alcoólico, podendo variar de 0,05% a 14,9%, sendo para cervejas comuns admissíveis quantidades de no máximo 7% de teor alcoólico. Quanto a quantidade de malte de cevada, que é definida pela porcentagem de malte utilizada, em peso. Quanto a fermentação e o tipo de levedo que executa essa fermentação podendo variar de alta e baixa e quanto ao tratamento térmico, neste caso a pasteurização.

É listada abaixo a classificação da cerveja quanto a origem e características particulares de acordo com os autores Jorge (2004) e Paiva (2011):

4.4.1. Quanto à Origem e Características Particulares

- Pilsen: o principal ingrediente é o malte proveniente da cidade de Pilsen na República Checa e água de baixa dureza. A matéria prima é fermentada por uma levedura de baixa fermentação, dando origem a uma cerveja com cor amarelada clara com médio teor de álcool e de extrato. A FIG. 5 exemplifica a cerveja Pilsen.

Figura 5– Cerveja tipo Pilsener Urquel



Fonte: Paiva (2011).

- *American Standard Lager*: é o tipo de cerveja mais popular no Brasil e nos Estados Unidos. Estas têm características modificadas comparado ao Pilsen pioneiro, pois tem em sua mistura arroz e milho, que diminuem o sabor e o corpo da cerveja, proporcionando uma cerveja mais leve e mais refrescante sendo mais resfriada. Exemplos dessas cervejas são: Budweiser, Brahma, Antarctica, Itaipava, Skol, entre outras. Possui teor alcoólico ente 4,2% a 5,3%. Apesar de ser considerada como Pilsen, estas não são as Pilsen originais.

Na FIG. 6 está representada a diferença das duas cervejas:

Figura 6 – Comparação entre a cerveja *Pilsen* e o que se bebe como *Pilsen*



Fonte: Paiva (2011).

- Bock: é considerada uma cerveja mais forte devido ao extrato primitivo (acima de 14%). De cor meio escura, é proveniente da Alemanha e tem baixa fermentação e teor de álcool. Consegue-se produzir essa cerveja apenas em períodos de primavera e outono.
- Malzbier: tem uma cor mais escura que as demais citadas. Possui um poder nutritivo relativamente alto ocasionado pelo teor de extrato alto. É originária na Alemanha.
- Ice: tem-se esse nome pela exclusividade na fabricação *Ice process* que se dá pelo processo de resfriamento da cerveja abaixo de zero graus após o processo de fermentação. Originária do Canadá desde 1993 é considerada uma cerveja mais refrescante e mais forte.
- Doutmunder: esta cerveja é comparada ao tipo Pilsen, pois são bastante semelhantes. De cor clara, médio teor de álcool e médio teor de extrato.
- Stout: de cor mais escura, contém 15% de extrato primitivo e é produzida com alta escala de fermentação. Essa cerveja tem essa coloração devido ao malte especial escuro de cevada que é tostado. Pode ter um sabor mais doce e uma variação de amargor. Um exemplo dessa cerveja é a Guinness,

conforme a FIG. 7. Representa as cervejas que tem um sabor menos adocicado e com 11,5% de extrato de mosto.

Estas cervejas tem diversas variedades e são provenientes da Grã Bretanha.

Exemplo de duas delas: *Dry stout* representada na FIG. 7, e a *Sweet stout*.

Figura 7 – Cerveja Guinness – *Dry Stout*



Fonte: Paiva (2011).

- Porter: pode-se ter baixa ou alta fermentação incluindo fermentação na própria garrafa. Possui maltes escuros, extratos primitivos mais fortes, alto teor de álcool e de cor mais escura.
- Weissbier: proveniente do Sul da Alemanha, mais resfriada que as normais, são altamente consumidas no verão. Fabricada a base de trigo, possui 11% de extrato original, com teor alcoólico que varia entre 4,2% a 5,3%. Essas cervejas se diferenciam em dois subtipos, conforme mostrado na FIG. 8: A primeira é mais turva, não passam pela filtração que possui a cor amarelada marrom. Contém uma pequena quantidade de extrato para que a fermentação continue dentro da garrafa. E o segundo tipo não contém levedura, pois esta sim passa pelo processo de filtração. Possuindo uma coloração mais clara a translúcida.

Figura 8 – Cervejas a Base de Trigo



Fonte: Paiva (2011).

- Munchen: como o próprio nome já propõe, é uma cerveja produzida a partir do malte de Munique, vindo da cidade de Munique. É uma cerveja *Lager* de cor escura com um gosto amargo suave, com teor alcoólico de 5% e de extrato original que varia entre 12% a 14%.
- Ale: de cor clara, avermelhada. Possui fermentação relativamente alta e teor de álcool que varia de médio a alto. É originária da Alemanha.
- Berliner Weisse: fabricada com 35% a 50% de malte de trigo. O lúpulo e o mosto são adicionados na garrafa para que ocorra a maturação na própria garrafa. De sabor floral, são mais consumidas pelos alemães no verão. A diferença é que nessas cervejas incrementa-se xarope de frutas doce podendo ser de diferentes cores, de acordo com a FIG. 9.

Figura 9 – Cervejas com xaropes de frutas doces em diferentes tons



Fonte: Paiva (2011).

- Lambic: é uma cerveja de fabricação artesanal de alta qualidade, fabricada na Bélgica. Armazenada em tonéis de carvalho onde há a fermentação espontânea. Tem sabor adocicado; entretanto percebe-se o sabor meio ácido. Na fabricação compõe a cevada e o trigo e possui entre 4,5% a 5% de teor alcoólico e extrato primitivo entre 11,5% a 13%. A partir dessa cerveja originam-se outras, conforme mostra a FIG. 10, exemplos da *Peche*, que acrescenta pêssigo na sua fórmula, *Kriek* que acrescenta cereja e a *Frambiose*, que acrescenta a framboesa, onde percebe-se que é uma cerveja de estilo frutados.

Figura 10 – Cervejas *Peche*, *Kriek* e *Frambiose*



Fonte: Paiva (2011).

- Gueuze: proveniente na região do vale do Sene na Bélgica, esta cerveja é de uma coloração mais escura e não tem no seu processo a filtração. Diferencia-se nas diversas misturas de Lambic durante sua fabricação e a fermentação é feita na própria garrafa.
- Trappist: localizadas na região da Bélgica e da Holanda, as cervejas *La trappe* são fabricadas na abadia de Westmalle. São cervejas mais encorpadas com teor alcoólico alto comparado as demais cervejas. Possui nitidamente o cheiro de lúpulo. Na abadia de Chimay o que diferencia é o teor alcoólico, que varia de cerveja para cerveja. A FIG. 11 mostra as diferentes cervejas fabricadas nessas duas regiões.

Figura 11 – Cervejas da abadia de Wesmalle e cervejas da abadia de Chimay



Fonte: Fonte: Paiva (2011).

4.4.2. Quanto ao Extrato Original/Primitivo

Conforme Silva (2015), pelo decreto nº 6.871, assinado em 4 de junho de 2009, as cervejas foram classificadas quanto ao extrato original e primitivo, que seguem. A cerveja leve é toda aquela que tem o extrato primitivo igual ou acima de 5% e que seja inferior a 10,5% em peso, denominando-se como cerveja “light”. A Cerveja comum é aquela que possui extrato primitivo ou original igual ou acima de 10,5% e que seja inferior a 12% em peso. É considerada cerveja extra toda aquela que tem o extrato original igual ou acima de 12% e que seja inferior a 14% em peso. E por ultimo a cerveja forte é toda aquela que possui extrato original igual ou acima de 14% em peso.

4.4.3. Quanto à Cor

Reinold (2017) cita que de acordo com o decreto nº 6.871, 4 de junho de 2009, a classificação quanto a cor são consideradas clara e escura. A cerveja clara é toda aquela que a cor tiver valores de *European brewery conversion* (EBC) menor que quinze unidades. E a cerveja escura é toda aquela que a cor tiver valores de EBC acima de quinze unidades.

Silva (2015) complementa com outra cor. A cerveja colorida, é aquela que, com ação de corantes naturais, tem a coloração diferenciada daquelas definidas pela EBC.

4.4.4. Quanto ao Teor Alcoólico

São classificadas conforme o decreto nº 6.871 em, cervejas sem álcool e as cervejas com álcool. As cervejas sem álcool são as que contêm menos de 0,5% de álcool, não é necessário conter no rótulo o conteúdo alcoólico. Cervejas com álcool são aquelas que contêm de 0,5% pra mais de álcool e se faz necessário conter no rótulo a porcentagem do conteúdo alcoólico. Dentro da classificação da cerveja com álcool são subdivididas naquelas de baixo teor alcoólico que contêm de 0,5% até 2% de álcool. As de médio teor alcoólico que contêm de 2% até 4,5% de álcool. E as cervejas de alto teor alcoólico as quais contêm de 4,5% até 7% de álcool. (CERVESIA, 2017).

4.4.5. Quanto à Quantidade de Malte de Cevada

Pelo decreto nº 6.871 a classificação quanto a quantidade de malte são: puro malte, cerveja e cerveja com nome do vegetal que predomina. Puro malte são aquelas que constituem de 100% de malte de cevada, em peso, como fonte de açúcar. Cerveja é toda aquela que constitui de malte de cevada com valores igual ou maior que 50%, em peso, como fonte de açúcar. E a cerveja com nome do vegetal que predomina é toda aquela que constitui de 20% a 50% de malte de cevada, em peso, como fonte de açúcar (REINOLD, 2017).

4.4.6. Quanto a Fermentação

Podem ser classificadas como baixa e alta fermentação conforme o decreto nº 6.871. A baixa fermentação é quando, durante o processo de fermentação ou após esse processo, o levedo *Saccharomyces uvarum* decanta no fundo do recipiente. Exemplos de cervejas de baixa fermentação: *Lager, Wiener, Marzen, Munchener, Bock, Doppelbock e Rauchbier*. E a alta fermentação é quando, durante o processo de fermentação ou após esse processo, o levedo *Saccharomyces cerevisiae* sobe para a boca do recipiente. Exemplo de cervejas de alta fermentação: *Ale, Altbier, Kolsh, Cervejas Especiais e Weizenbier*. (REINOLD, 2017).

Reinold (2017) cita também a fermentação espontânea, que é quando as leveduras que estão no ar ajuda favorecendo a fermentação. Exemplos de cervejas de fermentação espontânea são: *Lambic, Gueuze e Faro*.

4.4.7. Quanto ao Tratamento Térmico

Quanto ao tratamento térmico é executada a pasteurização. As cervejarias executam este processo a fim de obter maior estabilidade do líquido da cerveja. O processo de pasteurização se dá com o aquecimento do líquido a 60 °C e logo após o mesmo é resfriado. Assim podem-se ter cervejas com datas de vencimento até seis meses após o envasamento. As cervejas passam por esse processo uma vez, que difere do *Chopp*, que é colocado nos barris sem passar pelo processo de pasteurização (PAIVA, 2011).

A TAB. 3 apresenta de uma forma simplificada o resumo das quatro principais classificações citadas a cima, quanto a origem, cor, teor alcoólico e a fermentação das cervejas mais conhecidas.

Tabela 3 – Resumo da classificação das cervejas

CERVEJA	ORIGEM	COR	TEOR ALCOOLICO	FERMENTAÇÃO
PILSEN	República Tcheca	Clara	Médio	Baixa
DORTMUNDER	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
STOUT	Inglaterra	Escura	Alto	Geralmente Baixa
PORTER	Inglaterra	Escura	Alto	Alta ou Baixa
WEISSBIER	Alemanha	Clara	Médio	Alta
MUNCHEN	Alemanha	Escura	Médio	Baixa
BOCK	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
MALZBIER	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
ALE	Inglaterra	Clara averm.	Médio ou Alto	Alta
ICE	Canadá	Clara	Alto	-

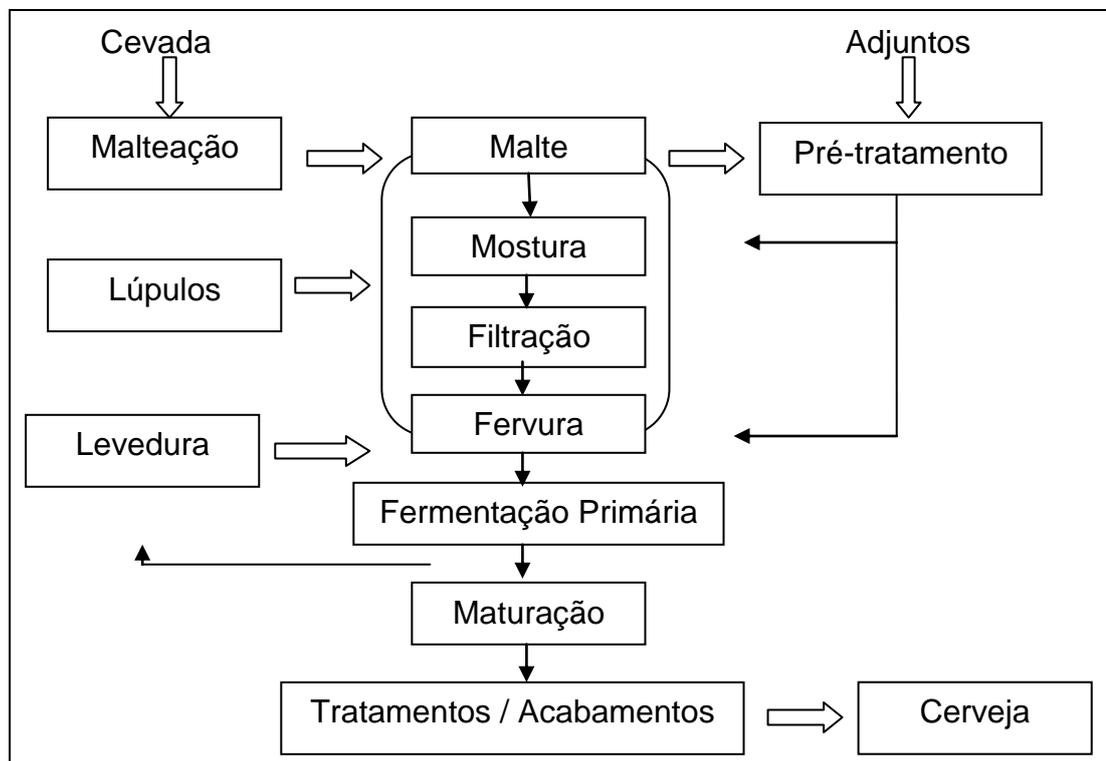
Fonte: Jorge (2004).

4.5. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR ALCOÓLICO

O processo de fabricação da cerveja artesanal é parecido com processo da cerveja comum, e são divididos em etapas: o primeiro passo é a moagem, que consiste na quebra dos grãos de malte e pode ser entendida como um preparo para a mosturação. A mosturação tem como objetivo fazer a recuperação do extrato, adicionando água nos grãos moídos. A terceira etapa é a filtração da mostura, é neste processo separa o bagaço de malte do mosto, levando em consideração as temperaturas. A fase de cozimento do mosto que é onde ocorre a estabilidade da composição do mosto, e é nessa fase que se adiciona o lúpulo, levando em consideração o tempo e temperatura do cozimento. Em seguida se faz o recebimento do mosto em um decantador, onde o mesmo é centrifugado e deixado em descanso para a separação do trub. Na fase de resfriamento do mosto, o líquido é submetido a baixas temperaturas e faz aeração do mosto, disponibilizando CO₂ necessários para etapa de fermentação. A etapa mais importante do trabalho é a de fermentação, pois é onde ocorre a biotransformação do mosto doce em bebida de cerveja, e é nesta etapa que se diferencia a cerveja de alto teor alcoólico da cerveja de baixo teor alcoólico, onde o processo é interrompido. Na fase de maturação ocorre uma fermentação complementar, proporcionando alterações de aroma e sabor, esta etapa é opcional, entretanto de grande importância. A etapa de filtração também pode ser conhecida como clarificação em alguns referenciais, é aquela que, como próprio nome já diz, onde ocorre a filtração para acabamento final da cerveja e é realizado também a carbonatação nesta fase, podendo variar a porcentagem dependendo do tipo de cerveja que se queira produzir. E por último, tem-se a fase de envase e pasteurização. O envase pode ser feito em barris de aço inox, latas ou garrafas. A pasteurização não é executada para cervejas artesanais e o *Choop*, pois desejam-se que o gosto destes fique mais concentrado. Portanto a pasteurização só ocorre para as cervejas que são (envadas) em garrafas e latas. Após esse processo as cervejas são rotuladas e encaixotadas para comercialização. (CORDEIRO, A.; PRETES, G., 2007). Para cerveja artesanal de baixo teor alcoólico os processos são: diálise, osmose reversa, evaporação a vácuo e de fermentação interrompida. Essa última é a mais utilizada no Brasil e está dentro do processo de fermentação descrito a seguir.

A FIG. 12 apresenta-se um breve esquema de como é produzido a cerveja com baixo teor alcoólico.

Figura 12 – Fluxograma da produção da cerveja com baixo e alto teor alcoólico



Fonte: Cetesb (2005).

4.5.1. Moagem

A primeira etapa do processo de fabricação da cerveja é a moagem, que consiste em quebrar os grãos de malte e demais cereais, para assim conseguir triturar o endosperma amiláceo (COSTA, 2016).

Entretanto Hugo (2013) cita que, antes do processo de tritura, é necessário escolher bem os grãos e a quantidade de cada tipo, pois essa etapa age diretamente nas transformações, no rendimento, na clarificação e qualidade final da cerveja.

Segundo Jorge (2004) deve-se ter cuidado no processo de moagem: não pode ser fina para não atrapalhar no processo de filtragem, causando lentidão na passagem do mosto, entretanto, não deve ser muito grossa, causando hidrólise do amido.

A moagem é dividida em duas categorias: a seca em moinhos de rolos, discos ou martelos e a úmida em moinhos de rolo. A escolhida vai depender do tipo de moinha que a cervejeira possui (CORDEIRO, A.; PRETES, G., 2007).

4.5.2. Mosturação

Também conhecido como brassagem, neste processo adiciona-se água ao mosto moído, onde a sua finalidade é recuperar a maior quantidade de extrato a partir do malte e adjuntos (FILHO, 2000). Resumindo, na fase de mosturação, coloca-se água ao malte moído, e após, este é submetido a temperaturas controladas por ação das enzimas.

Entretanto para Cordeiro, A.; Pretes, G. (2007) esses dois processos não são iguais e são divididos: para o processo de mosturação subdivide na desintegração da matéria prima, extração dos grãos, separação dos sólidos do líquido, aquecimento do mosto com o lúpulo, resfriamento e eliminação dos materiais que causam turgidez. E no processo de brassagem a água do malte de mosto é aquecida com a temperatura elevada gradualmente (de 60 a 70 °C), porém é mantida abaixo da temperatura de ebulição.

Todavia, Costa (2016) mostra em seu estudo, que a temperatura da mosturação é aumentada de 50 °C, no primeiro descanso, até atingir 76° C na temperatura final. Ultrapassando assim a temperatura de ebulição apresentada por Cordeiro, A.; Pretes, G. (2007). Sabendo se que para cada tipo de cerveja produzida a mosturação pode variar.

4.5.3. Filtração da Mostura

Esta etapa consiste em separar o bagaço do malte do mosto líquido, para se conseguir um mosto clarificado e posteriormente conseguir extrair os açúcares dos materiais sólidos, tomando cuidado com a temperatura nesta etapa, pois não pode ultrapassar 80 °C (MORADO, 2009).

Segundo Paiva (2011), o líquido é aquecido a 75 °C, para ter uma viscosidade apropriada para o processo de filtração, pois quanto mais quente, menos viscoso, e mais rápido será a filtração. Jorge (2004), porém, aponta que essa fase é dividida em duas etapas: a filtração do mosto primário e a lavagem do bagaço.

Para não haver desperdício, Cordeiro, A.; Pretes, G. (2007) diz que o bagaço do malte pode ser utilizado na fabricação de ração para animais e até em alimentos para humanos utilizando de tecnologias de melhorias de alimentos.

4.5.4. Cozimento do Mosto

A temperatura e o tempo para o cozimento do mosto variam de referência para referência. Costa (2016) em seu estudo mostra que o tempo deve ser de pelo menos uma hora, e a temperatura não é conhecida em sua literatura. Cordeiro, A.; Pretes, G. (2007), apontam um tempo de duas horas com temperatura de 100 °C. Paiva (2011) menciona tempo variando entre uma hora a uma hora e meia com temperatura também a 100 °C. Jorge (2004) cita que o tempo varia do tipo de cerveja que se pretende obter, podendo levar de uma hora e meia a duas horas, e para a estabilização do lúpulo, o mosto deve ser fervido a 100 °C.

É nesta etapa que se adiciona o lúpulo, ingrediente que retira bactérias ou qualquer outro microorganismo ainda presentes (HUGO, 2013). No estudo de Cordeiro, A.; Pretes, G. (2007), este ingrediente pode ser adicionado no meio da fervura, no final ou em parcelas. O mais comum é adicioná-lo no fim do processo, pois os óleos dos aromas são voláteis, correndo assim o risco de perder durante o processo de cozimento. Nas cervejas artesanais com baixo teor alcoólico a quantidade de lúpulo adicionado deve ser maior comparado a cervejas comuns e deve ser no final do processo. Isso garante o sabor mais amargo e intenso.

4.5.5. Recebimento do Mosto e Separação do Trub

Após o procedimento de cozimento, o mosto é recebido em um “*Whirlpool*” (decantador) onde depois de sedimentar, os sólidos que estavam em suspensão, decantam (JORGE, 2004).

De acordo com Costa (2016), o trub é um resíduo do lúpulo que contém materiais insolúveis e proteínas coaguladas, obtidas após o cozimento do mosto. Esses componentes são separados do mosto através do processo descrito acima.

Após centrifugar no *Whirlpool*, o mosto fica em descanso por vinte minutos para que o trub possa decantar por inteiro. Em seguida o mosto limpo é enviado a

um resfriador e o trub é armazenado em um tanque para ser comercializado, utilizado em ração animal (ERICO, 2004).

Se não tivesse essa etapa, separação do trub, a cerveja ganharia certas características não desejáveis, tais como amargor não esperado, coloração muito escura e desestabilização da espuma. Porém, a separação tem que ser realizada de modo completo, caso contrário, impossibilitaria o metabolismo dos carboidratos presentes no mosto (PAIVA, 2011). Erico (2004), entretanto cita que a separação inadequada leva redução da fermentação da levedura, causando dessa forma, a redução da área de troca de nutrientes. É nesta etapa que se faz análises de pH, extrato original, cor, amargor e filtrabilidade.

A FIG. 13 a seguir, apresenta o trub de uma cerveja artesanal no processo de separação.

Figura 13 – Trub de cerveja artesanal



Fonte: Paiva (2011).

4.5.6. Resfriamento do Mosto e Aeração

A fase de resfriamento do mosto deve ser mais rápida possível, pois quanto mais tempo em contato com o ambiente, maior será o risco de contaminação (HUGO, 2013).

Erico (2004) cita que o processo é realizado em placas de trocas de calor, onde é resfriado com água gelada e o mosto sai a uma temperatura de 9 °C. Paiva (2016) menciona, porém, que para cada tipo de cerveja existem os níveis de queda de temperatura, relacionando com a fermentação tem-se: cervejas de alta fermentação variam de 14 a 16 °C e baixa fermentação de 6 a 12 °C. Para Almeida (2014), o resfriamento pode chegar a 25 °C, variando de 8 a 14 °C as cervejas de baixa fermentação e de 18 a 24 °C para cervejas de alta fermentação.

O mosto é aerado com o intuito de disponibilizar oxigênio adequado a levedura na etapa de fermentação.

Na FIG. 14 é apresentado o trocador de calor em placas para o processo de resfriamento do mosto.

Figura 14 – Trocador de calor em placas



Fonte: Paiva (2011).

4.5.7. Fermentação

Para Paiva (2011), a etapa de fermentação consiste em transformar, pelo processo de anaerobiose, os açúcares fermentáveis do mosto em álcool, gás carbônico e calor. Silva (2015) complementa citando que consegue-se transformar também em alguns ésteres, ácidos e alcoóis superiores.

Esse processo inicia-se ao introduzir a levedura desejada (de alta fermentação para as *Ale* e de baixa fermentação para *Larges* no mosto já resfriado a 16°C. A introdução das leveduras deve ocorrer em temperaturas adequadas, sendo para as leveduras de alta fermentação variando entre 18 a 24 °C, e as leveduras de baixa fermentação com temperaturas entre 8 a 14 °C (ALMEIDA, 2014). Entretanto Oliveira (2011) cita que de um modo geral as temperaturas podem variar entre 10 a 25 °C. E para Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja ([200-]), a temperatura é o processo importante nessa etapa, variando entre 10 a 13 °C, pois nessa etapa que se consegue produzir cerveja com sabor que se deseja obter. Costa (2016) diz que as temperaturas podem variar de 15 a 20 °C para as leveduras de alta fermentação, e, para as leveduras de baixa fermentação, temperaturas variando de 10 a 15 °C.

Paiva (2011), porém, menciona temperaturas variando de 10 a 15 °C para as leveduras de alta fermentação, e de 12 a 16 °C para as leveduras de baixa fermentação.

Oliveira (2011) aborda também que, o processo de fermentação é subdividido em três etapas: a primeira é a etapa de adaptação, onde as leveduras se adaptam ao meio, nas primeiras horas de fermentação. A segunda é a etapa de multiplicação, que como próprio nome já menciona, as leveduras se multiplicam, onde ocorre a produção de gás carbônico e calor. Essa mesma etapa depende da temperatura do mosto, teores de açúcares e da aeração do mosto. E por último a terceira etapa é onde começa a fermentação que se inicia quando o oxigênio acaba, produzindo álcool, gás carbônico e calor, entretanto reduz o teor de açúcar. Todavia Almeida (2014) cita que esse processo é dividido em apenas duas etapas: a primeira que é a fermentação, onde a levedura converte o açúcar em álcool e gás carbônico, durando aproximadamente sete dias. E a segunda etapa é a de maturação, que será abordada no próximo subtítulo.

Jorge (2004) menciona que o processo de fermentação vai depender do tipo de cerveja que se deseja obter. Para o processo de baixa e alta fermentação, são realizados em tanques fermentadores cilindros-cônicos de aço inox. Erico (2004) complementa citando que esses tanques também podem ser conhecidos como *Outdoor* e são tanques cilíndricos fechados com a base cônica que conseguem captar o CO₂. Esses são revestidos, onde a amônia circula, garantindo a temperatura durante essa etapa.

O tempo pode variar entre três a cinco dias, até formar a espuma, e em seguida, finalizando a etapa, quando diminui a temperatura pode-se perceber o desaparecimento da espuma (JORGE, 2004). Entretanto, Costa (2016) considera um período de tempo variando entre dois a três dias para o processo de alta fermentação, e um período de tempo maior para o processo de baixa fermentação.

O fermento utilizado nessa etapa é calculado através do extrato original do mosto a ser fermentado. E para as cervejas de baixo teor alcoólico, o fermento passa por uma lavagem, para retirar o álcool que ainda está na célula da levedura. Logo após a lavagem a fermentação da mesma atinge em torno de 0,35% de álcool no mosto, onde acontece a interrupção da etapa de fermentação para as cervejas de baixo teor alcoólico. Reduz-se a temperatura do processo, entre 6 a 7 °C e o fermento perde sua atividade, entretanto o mesmo continua a fermentação atingindo

valores de 0,5% até fazer sua retirada (JORGE, 2004). Deve-se realizar acompanhamento e medições periodicamente para garantir as características sensoriais e físico-químicas que se deseja obter.

Após o processo de fermentação para as cervejas comuns, não é necessário realizar a remoção do fermento, porque a cerveja ainda não possui o seu sabor 100% definido e pode conter possíveis açúcares para a maturação (ALMEIDA, 2014).

4.5.8. Maturação

Hugo (2013) aponta que a etapa de maturação é opcional, mas de grande importância, pois as moléculas instáveis dentro do mosto se estabilizam, estabilizando também o aroma, suavizando o sabor e neutralizando possíveis defeitos de fabricação. Silva (2015) cita que o processo de maturação é a continuação do processo de fermentação, pois ainda existem leveduras em suspensão e substâncias fermentescíveis. De acordo com Costa (2016) a maturação tem o objetivo de clarificar a cerveja, saturá-la com gás carbônico além de melhorar os aspectos citados acima.

Ainda conforme Costa (2016), a maturação deve ser realizada a baixas temperaturas -2 °C, por um tempo que varia de duas a quatro semanas. Entretanto para Oliveira (2011), realiza-se esse procedimento a temperaturas variando de 0 a 3 °C. Porém, Silva (2015), não cita a temperatura ideal em sua referência, o mesmo menciona que o período de tempo varia de dias podendo chegar a meses, dependendo do tipo de cerveja que se deseja adquirir. Paiva (2011) cita que a temperatura ideal é de 0 °C e o tempo deve ocorrer bem lentamente, variando do tipo de cerveja. Para Jorge (2004), a temperatura ideal também é de 0 °C, porém o tempo não ultrapassa dez dias.

São realizadas análises de pH, amargor, cor, turbidez, extrato original, aparente e real, álcool, porcentagem de fermentação aparente, laboratorial, filtrabilidade e contagem de células (PAIVA, 2011).

4.5.9. Filtração ou Clarificação

Esta etapa consiste na filtração da cerveja e é conhecida também como clarificação. O método de filtração mais utilizado é a utilização de filtros de terra diatomácea calcinada com controle de ferro (SILVA, 2015). Para Oliveira (2011) pode-se realizar a filtração em qualquer tipo de filtro, e o mesmo cita: os filtros de cartucho vertical com suporte filtrante, filtros de placas e filtros de membranas de nylon e de teflon. Este último é realizado para pré filtração.

O objetivo da filtração é para acabamento final da cerveja e eliminar os microorganismos ainda existentes (OLIVEIRA, 2011). Todavia, para Costa (2016), o objetivo é conferir uma melhor estabilidade microbiológica, coloidal e organoléptica, removendo as células de levedura. Já Paiva (2011), menciona que a filtração tem como objetivo a retirada de leveduras, complexos taninos-protéicos e resinas do lúpulo. Dessa forma, melhorando as características físicas, microbiológicas e sensoriais da cerveja.

Esta é a ultima fase que pode influenciar na qualidade final da cerveja, porque não altera a composição e o sabor, conferindo um aspecto brilhante e cristalino (REINOLD, 2011).

O processo de filtração se começa com o bombeamento da cerveja no filtro, que é constituída por camadas terra diatomácea em todas as peneiras, onde ficam retidas as sujeiras formando assim um leito poroso. O tempo médio da filtração é entre oito a nove horas, pois com o acúmulo do leito, a pressão de filtração chega no seu limite máximo, necessitando realizar a limpeza do filtro (ERICO, 2004).

Após esse processo é realizado ajuste de CO₂, que suplementa a quantidade de gás perdida durante o processo. Porém as porcentagens de CO₂ variam de acordo com a cerveja desejada apresentada na TAB. 4 (PAIVA, 2011).

Tabela 4 – Porcentagens de CO₂ em diferentes tipos de cerveja

TIPOS DE CERVEJA	% DE CO ₂ EM VOLUME
Scottish Ales	0,75 a 1,3
Barley Wine e Imperial Stout	1,3 a 2,3
Pale Ale, Stout, IPA e Porters	1,7 a 2,5
Bock, Doppelbock, Vienna, Marzen, Pilseners, American Lagers	2,2 a 2,7
Weizen, Witbier e Lambic	3,0 a 4,0

Fonte: Paiva (2011).

4.5.10. Envase

A última fase do processo de produção da cerveja é o envase, que tem como objetivo colocar a cerveja em garrafas, latas ou barris. É constituída pelas seguintes etapas: enchimento e arrolhamento das garrafas, limpas e devidamente esterilizadas. A pasteurização e a rotulagem vêm ao final (OLIVEIRA, 2011).

O processo de pasteurização não é realizado para todas as cervejas. Apenas os “*Chopps*” não são pasteurizados. Essas são acondicionadas em barris de aço inox. Entretanto as demais cervejas passam pelo processo de pasteurização após o engarrafamento, com a finalidade de impedir que microorganismos deteriorantes se ativem (ALMEIDA, 2014).

Conforme Jorge (2004), após o envase e a pasteurização, as garrafas são devidamente rotuladas, encaixotadas e armazenadas para serem expedidas.

Na FIG. 15 apresenta-se uma máquina de envase da cervejaria *Wals*, onde pode-se observar que o envasamento de garrafas é o mais comum devido a facilidade e baixo custo.

Figura 15 – Máquina de envase



Fonte: Hugo (2013).

5. METODOLOGIA

O trabalho baseou-se no referencial teórico sobre a fabricação da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico para análise bibliográfica dos dois tipos de obtenção da cerveja, por osmose reversa e por fermentação interrompida.

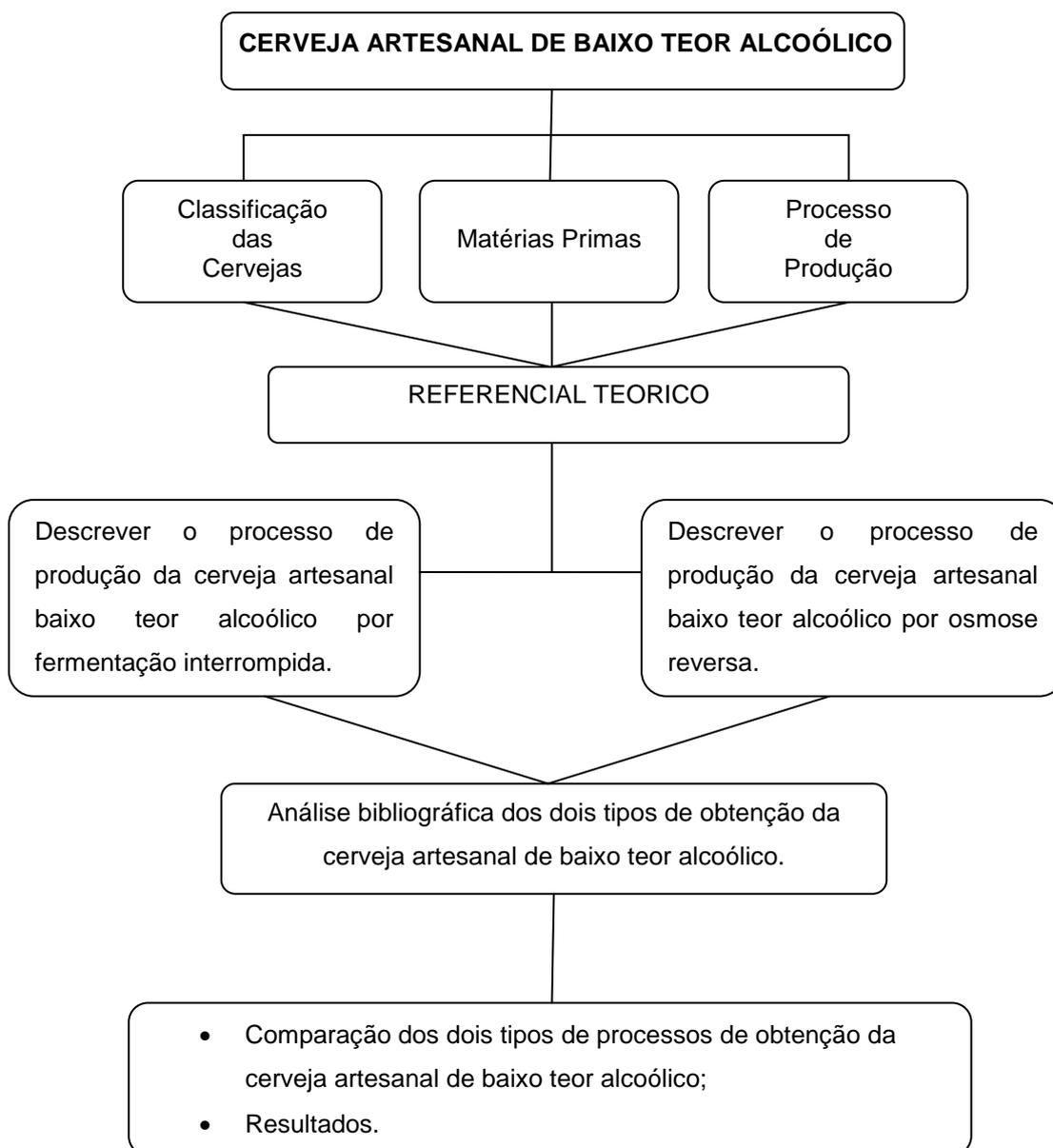
Apresentado o tema, subdividiu-se o referencial em três partes: a classificação das cervejas, as matérias primas utilizadas e o processo produtivo da mesma. Onde se conseguiu chegar ao referencial teórico.

Após essa etapa, será descrito o processo de obtenção de dois tipos de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico: o processo biológico por fermentação interrompida, e o processo físico por osmose reversa. Em seguida, será executada uma análise bibliográfica dos dois processos, fazendo-se uma comparação entre os mesmos. Os resultados obtidos nessa comparação serão apresentados e por fim será apresentada uma conclusão baseada no estudo e análises realizados.

O que se pretende neste trabalho é a realização de um estudo comparativo entre dois processos de fabricação de cerveja artesanal a baixo teor alcoólico, analisando parâmetros de produção como o tempo de fabricação, custo de produção e qualidade final do produto.

Será apresentado pela FIG. 16 um fluxograma exemplificando o texto descrito acima, para melhor entendimento.

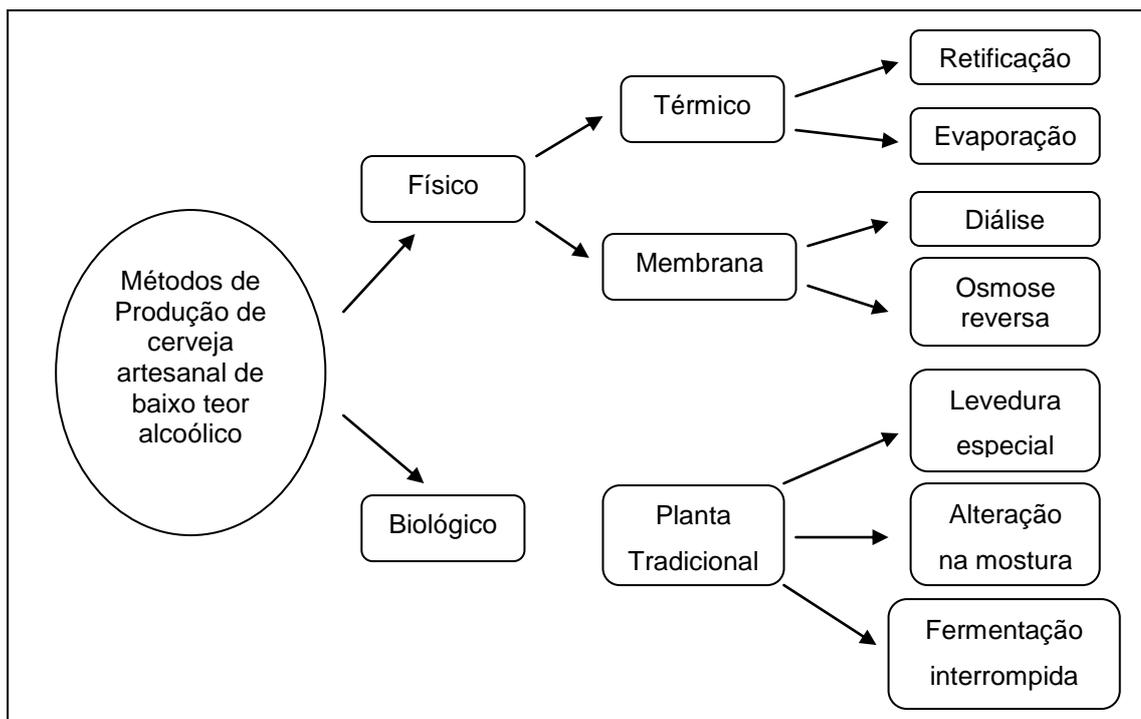
Figura 16 – Fluxograma do presente trabalho



Fonte: O autor (2017).

Para a realização da metodologia, foram escolhidos dois processos de obtenção de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico. Dentre os tantos, foram selecionados os mais usuais pelas indústrias da cerveja. Na FIG. 17 a seguir, serão apresentados de forma breve todos os tipos de obtenção de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico (processos físicos e biológicos) e após será apresentado o resultado e discussões do presente trabalho.

Figura 17 – Métodos de produção de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico



Fonte: Costa (2016).

6. RESULTADO E DISCUSSÕES

Após a apresentação do referencial teórico sobre o processo de fabricação da cerveja de vários teores alcoólicos, será descrito a seguir, a análise bibliográfica de dois tipos de obtenção de cerveja artesanal de baixo teor alcoólico, o processo de fermentação interrompida e o processo de osmose reversa.

6.1. PROCESSO DE FERMENTAÇÃO INTERROMPIDA USADA NA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR ALCOÓLICO

Como já mencionado anteriormente, a fermentação é a etapa da produção de cerveja que transforma o açúcar em álcool, gás carbônico e calor. Entretanto, o tipo e a quantidade de fermento é que vai definir o tipo de cerveja que se deseja obter. Na produção da cerveja sem álcool por fermentação interrompida, é adicionado um fermento diferente, pois ele passa pelo processo de lavagem retirando o álcool que o mesmo contém (ERICO, 2004).

Consegue-se também, uma cerveja com teor alcoólico baixo removendo as leveduras ou dando-as condições para gerarem um metabolismo limitado. Essas opções são as mais utilizadas pelo mercado de fabricação de cerveja para a obtenção da mesma (JORGE, 2004).

De acordo com Costa (2016), a fermentação interrompida também se dá aumentando e abaixando a temperatura, ocasionando um choque térmico, removendo as leveduras ou até mesmo aumentando a pressão. Todavia, o método mais utilizado é a limitação do metabolismo da levedura, nas condições de temperaturas baixas, entre -1 a 0 °C, pois são nessas condições que a formação de álcool é mais lenta. Porém, Coelho (2016) cita que a temperatura ideal seja de 6 °C a 7°C, que são temperaturas bem abaixo da fabricação das cervejas comuns. Vilela (2007) cita que as temperaturas também devem variar de 6 a 7 °C durante a fermentação do mosto, entretanto o teor alcoólico atinge no máximo 0,35% de teor alcoólico, mantendo o aroma característico da cerveja comum.

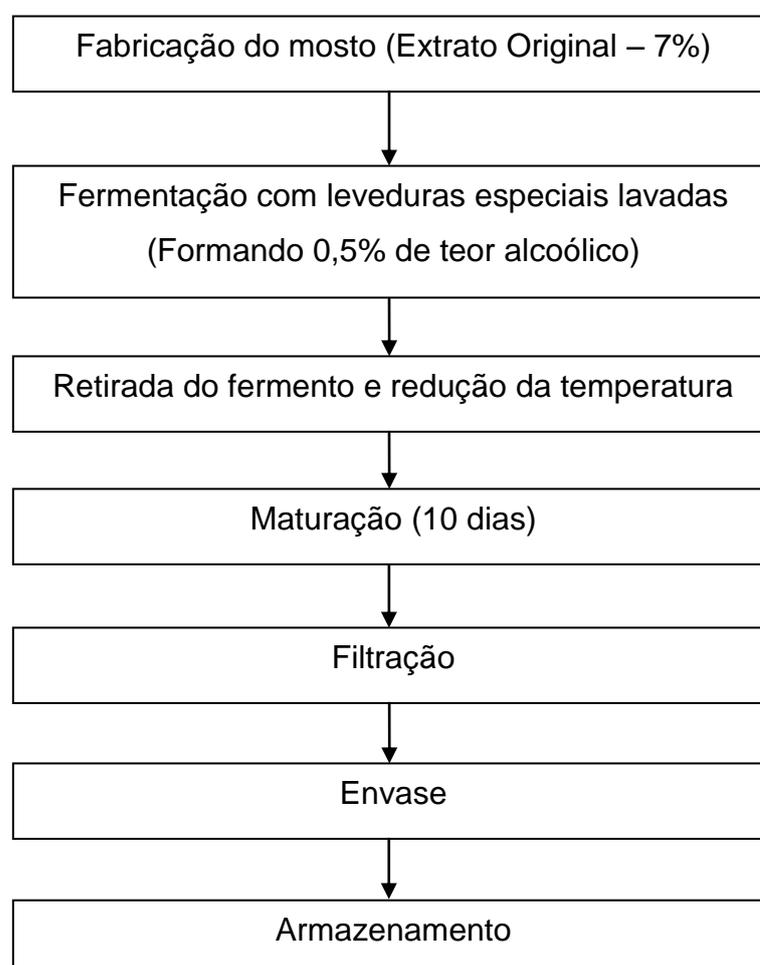
Ambrosi (2016) cita que as temperaturas mais elevadas não são muito utilizadas nesse processo, pois podem causar alterações não desejadas ao mosto, e nas temperaturas mais baixas além de inibir ou desativar as leveduras, o resfriamento gera menos aromas indesejáveis.

Para Muller (2014), a fermentação interrompida na produção de cerveja com baixo teor alcoólico deve possuir um extrato original de baixo valor, e fazendo-se o uso desse extrato original, consegue-se uma fermentação menor. Entretanto deve-se fazer o uso de tecnologias já citadas, tais como, resfriamento rápido ou fermentação com leveduras especiais, isso até que a bebida consiga atingir 0,5% de teor alcoólico. Essa temperatura mais abaixo que o normal faz com que seja produzido menos álcool, chegando a 0,4% de teor alcoólico.

Portanto, na etapa de fermentação da cerveja de baixo teor alcoólico, se consegue abrindo o frio do tanque, fazendo com que a levedura perca um pouco sua atividade, porém vai continuar fermentando em uma velocidade mais lenta até que se faça a retirada da mesma, atingindo valores de até 0,5% de teor alcoólico.

A FIG. 18 demonstra um pequeno fluxograma do processo de fermentação interrompida.

Figura 18 – Fluxograma do processo de fermentação interrompida



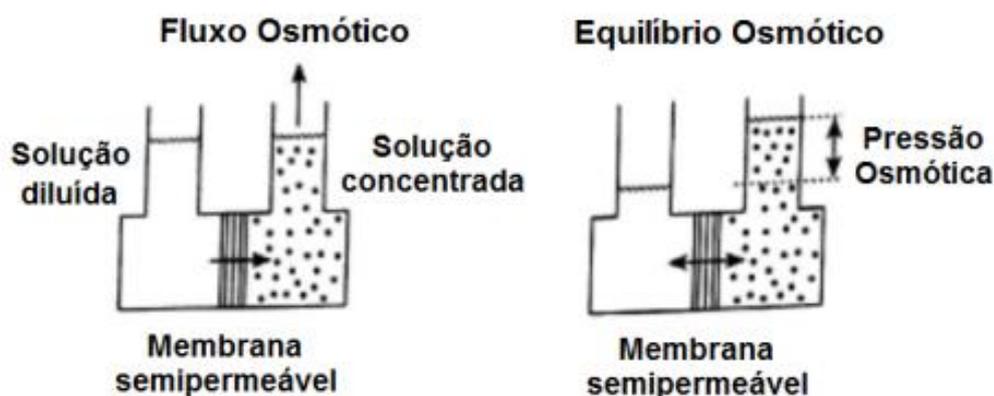
Fonte: Erico (2004).

Após o processo de fermentação interrompida, dá-se início à maturação, que pode ser entendida como uma continuação da fermentação. A maturação da cerveja de baixo teor alcoólico tem como objetivo a sedimentação do fermento, conservando o líquido em baixa temperatura, aproximadamente 0 °C e com pressão controlada, no período mínimo de dez dias, dependendo do tipo de cerveja que se deseja obter (ERICO, 2004).

6.2. PROCESSO DE OSMOSE REVERSA USADA NA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL DE BAIXO TEOR ALCOÓLICO

O processo de osmose se dá devido ao transporte de um líquido solvente por uma membrana semipermeável, com o fluxo seguindo da solução diluída para a mais concentrada, conforme apresenta a FIG. 19 a seguir (SILVA et. al., 2010).

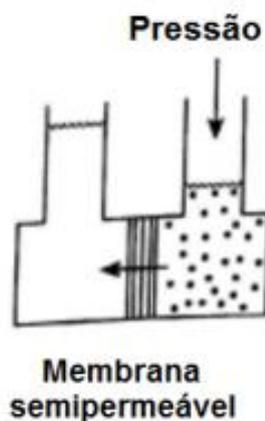
Figura 19 – Processo de osmose convencional



Fonte: Silva et. al. (2010).

Para o processo de osmose reversa (ou osmose inversa) é aplicada uma pressão no lado que contém maior concentração, fazendo-se contrária do processo de osmose convencional, onde ocorre uma difusão por uma membrana semipermeável, que retém o constituinte que se deseja retirar da solução, como mostra a FIG. 20 (COELHO, 2016).

Figura 20 – Processo de osmose reversa (Inversa)



Fonte: SILVA et. al. (2010).

No processo de obtenção da cerveja de baixo teor alcoólico por osmose reversa, é aplicada uma pressão de 40 a 80 bar, no lado onde existe mais concentração, contrária ao fluxo convencional forçando o álcool da cerveja os alcoóis, ésteres, CO₂, e demais componentes passarem por uma membrana semipermeável (SILVA et. al., 2010).

De acordo com Coelho (2016), os componentes de álcool da cerveja passa pela membrana semipermeável por uma pressão de 40 bar e o que fica na membrana é removido e a cerveja fica mais concentrado (até duas vezes mais). Reinold (2003) cita que essa membrana semipermeável serve para reter apenas pequenas partículas como o álcool.

Para Muller (2014), após o processo de alta pressão sobre o álcool da cerveja os alcoóis, ésteres, CO₂, e demais componentes passarem pela membrana semipermeável, os resíduos são empurrados para a água que está do outro lado, onde se fica os componentes alcoóis da cerveja, resultando assim a cerveja de baixo teor alcoólico. A água que contém esses componentes pode ser usada para outros processos na fábrica de cerveja.

Com efeito, para esse processo ocorrer, deve-se utilizar alta pressão, de maneira que seja maior que a pressão osmótica da cerveja, entretanto os outros constituintes da cerveja devem permanecer intactos, sem nenhuma alteração, tais como o aroma e o sabor (CATARINO et. al., 2007).

Contudo, para Coelho (2016) a água que fica do outro lado deve ser pura, livre da presença de minerais e de oxigênio. O processo de osmose reversa é interrompido quando se chega ao teor alcoólico desejado (em torno de 2%).

Entretanto, Catarino et. al. (2007) menciona que ao final do processo de osmose reversa o líquido deve ser diluído para que se possa fazer ajustes do teor alcoólico e de demais componentes.

Neste procedimento, exige-se um bom saneamento e a troca regularmente das membranas semipermeáveis, pois essas podem ficar deterioradas e conseqüentemente bloqueadas (COELHO, 2016). Silva et. al. (2010), complementa dizendo que tais membranas devem ser de formato assimétrico e são feitas de acetato de celulose, nylon ou de outros polímeros. A membrana correta deve conter algumas características específicas tais como, alta permeabilidade ao álcool e a água, conseqüentemente uma pequena permeabilidade para outros constituintes da bebida. Deve ter resistência a temperatura, a limpeza e desinfecção. Alta resistência química e mecânica e também um baixo custo.

Esse é um processo que tem como desvantagem o uso de alta pressão e um alto investimento com a troca das membranas semipermeáveis e com a sanitização, porém a vantagem é que não possui troca térmica durante seu processo, a temperatura utilizada é menor que 15°C, fazendo com que as substancias sensíveis a temperatura não sofra com alterações químicas (COELHO, 2016).

A FIG. 21 a seguir apresenta dois tipos de cervejas artesanais de baixo teor alcoólico. Uma é a “*Chula Sin*” cerveja *Ale* originária da Villa de Madrid na Espanha, que demorou dois anos até que se conseguiu o produto final e a “*Cerveza Salvaje*” originária de Castilla La Mancha.

Figura 21 – Dois tipos de cervejas artesanais de baixo teor alcoólico: “*Chula Sin*” e “*Cerveza Salvaje*”.



Fonte: Ambrosi (2016).

A maior dificuldade para obtenção dessas cervejas é a ausência do seu conservante, no caso o álcool. Daí se explica a restrição com limpeza e manutenção de equipamentos e maquinas, pois são mais susceptíveis a contaminação.

7. CONCLUSÕES

A partir do referencial teórico apresentado, e da metodologia apresentada, pode-se concluir que:

- O tempo de fabricação da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico por fermentação interrompida passa por rigorosos testes entre 24 a 48 horas com intervalo de 2 em 2 horas, pois a fermentação da levedura precisa ser interrompida logo no início e após esse processo a bebida tem que ficar no mínimo dez dias para maturação, em seguida, todo o restante do processo segue normal.
- Para a fabricação da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico por osmose reversa, o tempo é menor, pois todo o processo de produção ocorre normalmente, diferenciando apenas na etapa final, onde se retira o álcool por uma membrana semipermeável e essa etapa dura o tempo suficiente até que se consiga a cerveja de baixo teor alcoólico.
- O método mais antigo e mais utilizado pelas indústrias cervejeiras é o de fermentação interrompida, pois esse processo é mais prático e menos oneroso.
- O método de osmose reversa possui elevado investimento com as membranas semipermeáveis, porque com o passar do tempo, as mesmas precisam ser trocadas, devido ao desgaste ou entupimento. A utilização de alta pressão também é outro fator que a torna desvantajosa.
- A qualidade final do produto por fermentação interrompida é uma cerveja de sabor intensificado do mosto. Entretanto se corrige esse problema fazendo uma dosagem maior do lúpulo durante o processo de fabricação. A perda do aroma de frutas também é outro problema (qualidade que as cervejas comuns possuem), devido à fermentação não atingir todos os açúcares existentes. Entretanto possui elevado valor energético.

- A qualidade final do produto por osmose reversa é uma cerveja que possui o gosto praticamente igual ao da cerveja comum, pois essa, não possui a troca de calor, mantendo assim o gosto mais original, sem sofrer tantas alterações.
- Todas as matérias primas utilizadas no processo devem ser rigorosamente escolhidas, pois influenciam no produto final (sabor e aroma principalmente).
- Os processos utilizados para obtenção da cerveja artesanal de baixo teor alcoólico são basicamente o mesmo para a obtenção da cerveja comum, todavia levam em consideração as propriedades físico-químicas e sensoriais, tentando chegar o mais próximo da cerveja comum.
- A cerveja de baixo teor alcoólico possui a capacidade de ajudar a atividade antioxidante do organismo, trazendo benefícios para a saúde.
- O processo mais vantajoso é o de fermentação interrompida. Este é mais prático, mais barato e leva um tempo de fabricação menor. A desvantagem, é que a cerveja possui o gosto forte do malte, o que pode ser corrigido no início do processo.
- Vários outros processos estão sendo desenvolvidos e testados para que se consiga um produto de qualidade de aroma e sabor mais próximo da cerveja comum.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. da R. **Compostos bioativos do bagaço de malte**: fenólicos, capacidade antioxidante in vitro e atividade antibacteriana. 2014. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2014.
- AMBROSI, A. **Desalcolinização da cerveja**: Avaliação da remoção de etanol de soluções aquosas por osmose reversa. 2016. 253 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2016.
- ANDRADE, C. J. A produção de cerveja no Brasil. **Ciência, tecnologia, inovação, e oportunidade**, Barra do Burgues, v. 1, n. 1, p. 34-42, out./dez. 2011.
- ASSOCIAÇÃO DOS CERVEJEIROS ARTESANAIS PAULISTA – ACERVA PAULISTA. **Apostila de Produção de Cervejas Artesanais**. São Paulo. 2009.
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SUPERMERCADOS, AMIS. **Com maior oferta de rótulos, cerveja sem álcool avança**. Belo Horizonte, 2016.
- ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO, ABIVIDRO. **Mercado de cerveja sem álcool cresce no Brasil**. [S.l.]. [S.n.].
- BEERLIFE. Cerveja. **Estilos de cerveja**. Disponível em: <http://www.beerlife.com.br/portal/default.asp?id_texto=20>. Acesso em: 02 maio 2017.
- CATARINO, M. et al. **Alcohol Removal From Beer by Reverse Osmosis**. Separation Science and Technology, v. 42, n. 13, p. 3011–3027, 2007.
- CERVESIA. O Portal da Cerveja. **Classificação básica das cervejas**. Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/tipos-de-cerveja.html>>. Acesso em: 30 maio 2017.
- CERVESIA. O Portal da Cerveja. **Tipos de malte**. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/malte/613-tipos-de-malte.html>>. Acesso em: 23 maio 2017.
- COELHO, P. **Processo de produção da cerveja sem álcool**. Disponível em: <<http://www.engquimicasantosp.com.br/2016/07/processo-producao-cerveja-sem-alcool.html>>. Acesso em: 11 set. 2017
- CORDEIRO, A. R.; PRESTES. G. **Cerveja**. 2007. 90 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2007.
- COSTA, R. H. K. **Produção de cerveja com baixo teor alcoólico**. 2016. 86 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) – Escola de Engenharia de Lorena – USP. Lorena. 2016.

DELIBERALLI, C. C. **Cervejas artesanais no Brasil**: análise da comunicação integrada de marketing da cervejaria bodebrown. 2015. 129 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Social) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.

ENG. QUIMICA SANTOS SP. **Processo de produção de cerveja sem álcool**. Disponível em: <<http://www.engquimicasantosp.com.br/2016/07/processo-producao-cerveja-sem-alcool.html>>. Acesso em: 15 maio 2017.

ERICO, E. J. **Produção de cerveja de baixo teor alcoólico**. 2004. 80p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Católica de Goiás. Goiânia. 2004.

FERRARI, V. **O mercado de cervejas no Brasil**. 2008. 131 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia-PUCRS. Porto Alegre. 2008.

FERREIRA, R. H. et al. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. **Perspectivas em ciências da informação**, Belo Horizonte, v. 16, n. 4, p. 171-191, out./dez. 2011.

FILHO, W. G. **Tecnologia de cerveja**. Jaboticabal. FUNEP, 2000.

HORNSEY, I. S. **A History of Beer and Brewing**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2003.

HUGO, V. Engenharia da Cerveja. **Processo de produção da cerveja**. Disponível em:<<http://www.engenhariadacerveja.com.br/2013/processo-de-producao-de-cerveja/>>. Acesso em: 08 maio 2017.

JORGE, E. P. M. **Processamento de cerveja sem álcool**. 2004. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Católica de Goiás. Goiânia. 2004.

KRAMER, G. V. **Recuperação de CO₂ em microcervejaria**. 2010. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de ciência e Tecnologia de Alimentos – UFRS. Porto Alegre. 2010.

LIMBERGER, S. C. **O Setor Cervejeiro no Brasil**: Gênese e Evolução. Caderno do Núcleo de Análises Urbanas Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Rio Grande. RS. v. 6, n. 0. 2013.

METRÓPOLES. **Cerveja sem álcool**: especialistas dão cinco motivos para bebê-la. [S.l.]. 2017.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo. Larousse do Brasil. 2009.

MULLER, C. V. **Cerveja caseira**: fazendo cerveja sem álcool. Disponível em:<<http://brauando.blogspot.com.br/2014/02/fazendo-cerveja-sem-alcool.html>>. Acesso em: 11 set. 2017.

OLIVEIRA, M. de A. **Produção de cerveja de baixo teor alcoólico utilizando leveduras imobilizadas em biopolímero**. 2011. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes – UNIT. Aracajú. 2011.

OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Especialista em Microbiologia Ambiental e Industrial) – Instituto de Ciências Biológicas - UFMG. Belo Horizonte. 2011.

PAIVA, G. M. **Estudo do processamento e mercado de cervejas especiais no Brasil**. 2011. 90 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Tecnologia Termomecânica. São Bernardo do Campo. 2011.

REICHERT, F. S. et. al. **Elaboração de cerveja com diferentes teores alcoolicos através de processamento artesanal**. 2009. 374 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Centro Universitário Franciscano – UNIFRA. Porto Alegre. 2009.

REINOLD, M. R. Cervesia. **Classificação básica das cervejas**. [S.l.]. 2017. Disponível em:< <https://www.cervesia.com.br/tipos-de-cerveja.html>>. Acesso em: 30 maio 2017.

SILVA, D. O. da. **Produção de cerveja artesanal tipo Pilsen**. 2015. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande. 2015.

SILVA, D. P. et al. Cervejas sem álcool. **Bebidas Alcoólicas**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 69-83.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. A cerveja. **Tipos de cerveja**. Disponível em:< <http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja.php>>. Acesso em: 02 maio 2017.

VENTURINI, O. J. **Eficiência energética em sistemas de refrigeração industrial e comercial**: manual prático. Rio de Janeiro. Eletrobrás. 2005.