

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

ANDRÉ LUIZ DALBETO

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CERVEJA
ARTESANAL**

BAURU
2015

ANDRÉ LUIZ DALBETO

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CERVEJA
ARTESANAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Exatas e Sociais Aplicadas da
Universidade do Sagrado Coração como
parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Engenharia
Química, sob orientação da Profa. Esp.
Raquel Teixeira Campos.

BAURU
2015

Dalbeto, André Luiz

D137p

Processo de produção de cerveja artesanal / André Luiz Dalbeto. -- 2015.

58f. : il.

Orientadora: Profa. Esp. Raquel Teixeira Campos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Cerveja. 2. Cerveja Artesanal. 3. Bebida alcoólica. 4. Processos. 5. Matéria-prima. I. Campos, Raquel Teixeira. II. Título.

ANDRÉ LUIZ DALBETO

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Química, sob orientação da Profa. Esp. Raquel Teixeira Campos.

Banca examinadora:

Profa. Esp. Raquel Teixeira Campos
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Marcelo Telascrêa
Universidade do Sagrado Coração

Profa. Dra. Márcia Rodrigues de Moraes Chaves
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 2 de dezembro de 2015.

Aos meus pais, Carlos e Therezinha que me inspiram todos os dias. As minhas irmãs Andreli, Andressa e Andra que assim como meus pais possibilitaram a realização deste sonho. À minha amada Camila que me dá força, alegria e coragem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Carlos e Therezinha que sempre fizeram tudo que estava ao alcance deles para me ajudar, me mostraram o caminho certo a seguir, me deram força nos momentos difíceis, coragem quando queria desistir e confiança para seguir em frente.

As minhas irmãs, a Andreli que me estimulou aos estudos e incentivou a seguir meu caminho, a Andressa que sempre me deu carinho e amparo, as duas considero como uma segunda mãe. A minha irmã Andra que me faz rir e me deixa em paz.

A minha namorada Camila que me inspira, me ajuda nos momentos difíceis e me acompanha nos momentos alegres, todo meu amor a ela.

Aos meus sobrinhos que não me deixam esquecer os meus tempos de criança.

Aos meus amigos da turma de 2010 e aos meus novos amigos da turma de 2011, Pedro, Fante, Nei, Diego, Nathan, Braz, Rafael, Gabriel, a todos que estavam comigo nas dificuldades e na diversão.

E aos professores em geral do quadro da USC, mas em especial a Raquel e a Márcia que me ajudaram nas dificuldades dos seminários.

“Existe mais filosofia numa garrafa de
vinho que em todos os livros.”

(Louis Pasteur)

RESUMO

A cerveja é uma bebida alcoólica mundialmente popular. É impossível dizer quando teve origem, mas podemos afirmar que os povos sumérios, babilônicos e egípcios já a consumiam e produziam como parte da sua cultura. No mundo existem diversos estilos de cerveja que se modificam por motivos como modo de produção, tipos de ingredientes, tempo e local de fermentação e maturação. Com isso cada país praticamente tem hoje seu estilo próprio como a nossa cerveja brasileira, com sensorial leve e refrescante, menos encorpada e amarga, muito distante da verdadeira pilsen tcheca. Essas novas cervejas evoluíram a ponto de cada pessoa querer produzir seu próprio estilo, dando origem assim às cervejas artesanais. Percebemos hoje no mercado uma grande briga entre as cervejas industriais feitas para as massas e as artesanais direcionadas para degustadores, mas que cada vez mais ganha espaço no mercado e no cotidiano brasileiro. Então surge a necessidade de conhecer os insumos cervejeiros e seus processos além da grande variedade dessa bebida que tanto encanta a humanidade. O objetivo desse trabalho é apresentar o processo de fabricação das cervejas artesanais, bem como suas matérias-primas e seus equipamentos.

Palavras-chave: Cerveja. Cerveja Artesanal. Bebida alcoólica. Processos. Matéria-prima.

ABSTRACT

Beer is an alcoholic beverage globally popular. It is impossible to say when it started, but we can say that the Sumerian people, Babylonians and Egyptians already consumed and produced as part of their culture. In the world there are different styles of beers that change for some reasons such as production mode, types of ingredients, time and place of fermentation and maturation. With that every country now has its own style as our Brazilian beer, with sensory light and refreshing, less full-bodied and bitter very far from the real pilsen czech. These new beers have evolved to the point where each person wants to produce your own style, giving origin to the craft beers. We realize in the market today a big fight between the industrial beers made for the masses and the craft directed to tasters, but increasingly gaining space in the market and in Brazilian daily life. Then arises the need to know the brewers inputs and processes in addition to the wide variety of this drink that enchants mankind so much. The aim of this study is to present the manufacturing process of craft beers as well as its raw materials and its equipment.

Keywords: Beer. Craft beer. Alcohol Drink. Processes. Raw Material

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Germinação e maltagem do grão de cevada	21
Figura 2 - Flor de lúpulo	23
Figura 3 - Lúpulo em pélete.....	23
Figura 4 - Tamanho da levedura em um microscópio	26
Figura 5 - Fluxograma do processo cervejeiro	28
Figura 6 - Moagem do malte, comparação do grão antes da moagem e após a moagem	30
Figura 7 - Adição de malte na mosturação.....	31
Figura 8 - Teste de iodo no mosto.....	32
Figura 9 - Filtração do mosto pela casca de malte.....	33
Figura 10 - Adição de lúpulo.....	34
Figura 11 - Formação do <i>trub</i> no fundo do tanque	35
Figura 13 - Fermentador de microcervejarias.....	38
Figura 14 - Fórmulas estruturais do 2,3 pentanodiona diacetil e do diacetil, respectivamente	39
Figura 15 - Maturador industrial	41
Figura 16 - Clarificante em pastilha (whirlfloc).....	44
Figura 17 - Centrifuga clarificadora.	45
Figura 18 - Enchedora de 2 bocas	49
Figura 19 - Pasteurizador de uma microcervejaria.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da água.....	19
Tabela 2 - Composição da cevada e do malte.	20
Tabela 3 - Composição da flor de lúpulo.....	24
Tabela 4 - Granulometria do grão de malte moído.....	29
Tabela 5 - Valores de pH e temperatura da atuação enzimática.....	32
Tabela 6 - Concorrência no mercado cervejeiro.....	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
3	A CERVEJA	15
3.1	HISTÓRIA DA CERVEJA	15
3.2	DEFINIÇÃO LEGAL	16
3.3	MATÉRIA-PRIMA	18
3.3.1	Água	18
3.3.2	Malte	20
3.3.3	Lúpulo	22
3.3.4	Adjuntos	24
3.3.5	Leveduras.....	25
3.4.1	Moagem do malte	29
3.4.2	Mosturação / Brassagem	30
3.4.3	Filtração do mosto	32
3.4.4	Fervura	33
3.4.5	Tratamento do mosto.....	34
3.4.6	Fermentação	35
3.4.7	Maturação.....	39
3.4.8	Clarificação	42
3.4.8.1	<i>Sedimentação Gravitacional.....</i>	43
3.4.8.2	<i>Clarificantes.....</i>	43
3.4.8.3	<i>Centrifugação</i>	44
3.4.8.4	<i>Filtração.....</i>	45
3.4.9	Tipos de filtros e auxiliares	46
3.4.10	Estabilização.....	47
3.4.11	Carbonatação.....	47
3.4.12	Envase	48
3.4.12.1	<i>Enchedora de garrafas e latas.....</i>	49
3.4.12.2	<i>Embarrilamento</i>	50
3.4.13	Pasteurização	51

3.4.13.1	<i>Pasteurização flash</i>	52
3.4.13.2	<i>Pasteurização em túnel</i>	52
4	DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS Erro! Indicador não definido.	
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

O mercado cervejeiro sempre foi muito lucrativo em todo mundo, o gosto por cerveja existe desde os primórdios da humanidade através de processos primitivos de produção dessa bebida. Com a evolução da sociedade o processo cervejeiro evoluiu também, trazendo avanços na produção da cerveja tanto em equipamentos como em soluções no processo químico, com isso grandes empresas conseguiram crescer em seus espaços criando assim grandes marcas. Mas o que acontece hoje é uma migração para o artesanal, e com os avanços atuais é possível produzir cerveja em processos mais simples e rápidos com o produto final mais requintado, o que atrai um grupo cada vez maior à procura desse mercado.

A cerveja dentre as bebidas alcoólicas é uma das mais consumidas no mundo. Segundo a legislação brasileira, a cerveja é uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, adquirido pela cevada e água potável, pela ação da levedura com adição de lúpulo, podendo utilizar outros cereais que levam o nome de adjuntos. (BRASIL, 2009).

No Brasil, o movimento de microcervejarias começou na década de 1980 com dezenas de pequenos empreendimentos no sul e sudeste (MORADO, 2009) a partir daí muitas inovações surgem tanto na parte de receitas com novos adjuntos, como em novos tipos de processamento. Com isso o conhecimento do processo cervejeiro necessita ser retratado com detalhe.

O processo cervejeiro pode ser dividido entre os seguintes processos:

- a) moagem do malte que age diretamente nas transformações físico-químico do processo;
- b) mosturação que seria a mistura de água com certa temperatura com o malte;
- c) fervura em que acontece a adição de lúpulo;
- d) fermentação onde acontece a adição de levedura e o descanso do mosto em temperatura controlada pelo tipo de cerveja produzida;
- e) maturação, a cerveja se encontra “verde” na saída da fermentação, nesse processo o produto irá descansar em temperatura em torno de zero;
- f) clarificação onde é retirado todos os insumos restante da cerveja;

g) envase onde a cerveja será armazenada em barris, latas ou garrafas. (VENTURINI FILHO, 2010).

A grande diferença entre as grandes cervejarias e as microcervejarias está na capacidade de produção, variedade de cervejas (tipos de cerveja) e na qualidade do produto final. Enquanto a microcervejaria tem a prioridade de produzir cervejas com qualidade para agradar degustadores e apaixonados por cervejas as grandes estão mais preocupado com o lucro não dando muita importância para os apreciadores.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o processo de fabricação de cerveja, especificando suas matérias-primas, seus equipamentos, parâmetros de processo, os tipos de cerveja existentes, assim como a história e o mercado crescente da cerveja. Foi realizado um comparativo entre as cervejas artesanais e indústrias, analisando seus parâmetros de processo e verificando suas vantagens e desvantagens.

2 OBJETIVOS

Apresenta-se nos itens abaixo os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar o processo de produção de cerveja artesanal, bem como seus parâmetros de processo, equipamentos e operações unitárias envolvidas.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Os objetivos específicos são:

- a) realizar uma revisão bibliográfica sobre a produção de cerveja no Brasil;
- b) especificar com detalhes o processamento da cerveja, os parâmetros de processamento e seus equipamentos;
- c) comparar os processos de fabricação de cerveja industrial e artesanal.

3 A CERVEJA

Nessa seção será apresentada a história da cerveja, os tipos de cerveja, as matérias-primas e o processamento da cerveja.

3.1 HISTÓRIA DA CERVEJA

É impossível comprovar as origens de bebida alcoólica como a cerveja e o vinho, mas pode-se pressupor que tenha como primeira composição a cevada, tâmaras, uvas ou mel. Provavelmente surgiu na Mesopotâmia, onde a cevada tem origem natural. Há provas que no ano 6000 a.C. já se produzia cervejas maltadas. No Egito, a bebida era consumida em ritos religiosos sendo distribuída ao povo. (VENTURINI FILHO, 2010).

Existiu na mesopotâmia um código de lei chamado Hamurabi onde eram estabelecidas cotas diárias de cerveja dependendo do status social da pessoa, assim como punições pela falsificação do produto e regras sobre a qualidade. (ESSLINGER; NARZISS, 2009). Os babilônicos tinham classificação de acordo com os ingredientes, cor, qualidade e sabor das cervejas assim como técnicas de produção de cerveja com envelhecimento. (HORNSEY, 2003).

Os responsáveis pela produção eram os padeiros devido à natureza das matérias usadas no processo. A cevada era deixada de molho até germinar, moída e unida em bolos com a adição de leveduras. Esses bolos eram assados e desfeitos e inseridos em jarros com água para fermentar, essa cerveja rústica ainda é fabricada no Egito com o nome de Bouza. A cultura egípcia fez com que a cerveja chegasse à Europa onde alcançaria o mundo todo. (VENTURINI FILHO, 2010).

O grande solavanco na história da cerveja foi na idade média, onde o lúpulo foi introduzido na cerveja e melhorou a arte cervejeira, dando início a produção em grande escala. Nessa época, pela grande variedade de ingrediente utilizado para a elaboração da cerveja o Duque Guilherme IV de Bavária (Alemanha, 1516) aprovou a mais antiga lei do mundo sobre manipulação de alimentos, que ficou conhecida como lei *Reinheitsgebote*, regulamentava que a cerveja devia ser produzida somente com água, cevada e lúpulo. (VENTURINI FILHO, 2010).

Muitas cervejarias ainda seguem essa lei, principalmente na região da Alemanha, tornando um padrão de qualidade para a cerveja alemã. No resto do

mundo as grandes indústrias utilizam outros ingredientes como aditivos químicos, estabilizantes e frutas. (MORADO, 2009).

No caso do Brasil a cerveja chegou com D. João VI, no início do século XIX. Nessa época a cerveja consumida aqui era importada da Europa. Em 1888 foi fundado no Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia.” e três anos depois em São Paulo nascia a “Companhia Antártica Paulista”.(VENTURINI FILHO, 2010).

3.2 DEFINIÇÃO LEGAL

No dia 24 de julho de 2009 foi publicado no Diário da União de 04/06/2009 o regulamento da lei n. 8.918, de julho de 1994, o decreto de n. 6.871 que dispõe sobre a padronização, a classificação, a inspeção, o registro e a fiscalização da produção e o comércio de bebidas. (BRASIL, 2009).

De acordo, com o decreto a cerveja pode ser denominada como: Pilsen, Lager, Dortmunder, München, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Draft, Weissbie.

A cerveja Pilsen ter como origem a cidade de Pilsen na Boêmia, República Tcheca. É produzida com malte do tipo pilsen e com água de baixa dureza e extrato primitivo entre as porcentagens de 11 a 13,5% que ira resultar em uma cerveja com teor alcoólico entre 3 e 5 graus e uma coloração clara. (VENTURINI FILHO, 2010). Na fórmula original apresenta aroma acentuado de flores e sabor suave, comparada com a fórmula popular no Brasil, a cerveja Tcheca tem sabor ligeiramente amargo. (MARCAS, 2013).

Cervejas do tipo Lager são, na verdade, uma família de tipos de cerveja que se encaixa na categoria das cervejas mais leves com diversos graus alcoólicos. É muito produzida no Brasil e está na categoria das cervejas de baixa fermentação. (VENTURINI FILHO, 2010).

Dortmunder é uma cerveja alemã que apresenta o mesmo nome da cidade de origem. Essa região apresenta uma água de dureza alta pelo fato de apresentar na sua constituição sulfato de cálcio em alta concentração, o que resulta em uma cerveja clara com médio teor alcoólico e extrato. (VENTURINI FILHO, 2010).

As cervejas do tipo Münchem podem apresentar a coloração clara ou escura e um leve sensorial picante de malte e café. (MARCAS, 2013). Sua cidade de

origem é Munique, capital da Alemanha, seu teor alcoólico é de 4 a 5 graus. (VENTURINI FILHO, 2010).

Cerveja do tipo Bock tem coloração avermelhada e teor alcoólico de 7 graus, só é produzida em uma determinada época do ano, com maltes especiais caramelados e torrados. (VENTURINI FILHO, 2010). Essas cervejas têm como processo o congelamento do líquido e a retirada do gelo, o que aumenta a gradação alcoólica. (MARCAS, 2013).

Já a cerveja do tipo Malzbier, alemã da cidade de Einbeck, é adocicada com caramelo e coloração escura, tem um alto teor nutritivo. O malte é muito tostado e com um teor alcoólico muito baixo. (VENTURINI FILHO, 2010). Pode ser traduzido para o português como “cerveja de março”, apresenta maturação muito longa podendo durar até três meses de armazenamento. (MARCAS, 2013).

A cerveja do tipo Ale também representam uma família de cervejas com aroma muito acentuado, com característica de paladar de amargo de lúpulo forte. Sua cor é avermelhada e teor de extrato primitivo de 12,5%. Categoricamente classificada como cerveja de alta fermentação possui teor alcoólico de média a alto. (VENTURINI FILHO, 2010).

Cerveja do tipo Stout é originária da Irlanda tem a coloração escura e extrato primitivo a 15% com fermentação alta. É feita com maltes especiais com alto teor de álcool. No sensorial podemos sentir o amargo do lúpulo com o adocicado do malte (VENTURINI FILHO, 2010). Possui uma cor intensa e escura com espuma cremosa, caracterizada com aroma de café, malte torrado e chocolate amargo. (MARCAS, 2013).

As cervejas do tipo Porter são feitas com maltes escuros e tem origem na Inglaterra. A fermentação varia de alta a baixa podendo ser fermentada na garrafa. Apresenta teor de extrato alto. (VENTURINI FILHO, 2010). A cerveja é produzida com malte torrado, o que proporciona aromas de café e chocolate para a cerveja. (MARCAS, 2013).

Já as cervejas do tipo Weissbier têm sua origem na Alemanha e possui baixo teor alcoólico. Apresenta coloração clara e é elaborada com malte de trigo, milho, cevada e até mesmo frutas pelo processo de alta fermentação. (VENTURINI FILHO, 2010). Possui um líquido denso e turvo, com aroma frutal e de especiarias é uma bebida leve e refrescante. (MARCAS, 2013).

As cervejas do tipo Draft são de origem americana e possuem teor alcoólico de 4 a 4,5 graus, são extremamente claras devido ao processo de filtração especial que possibilita uma cerveja mais leve, menos alcoólica e amarga. Com um tipo especial de lúpulo a cerveja se torna resistente à luz o que permite fazer o envase em garrafas transparentes. (VENTURINI FILHO, 2010).

Segundo Morado (2011) a classificação da cerveja pode ser realizada por cor, matéria-prima utilizada, o modo de produção e teor alcoólico que se deseja alcançar. A região que a cerveja irá ser produzida também interfere diretamente em tipos do mesmo estilo. Existem então três grandes famílias de cerveja que são: *ale* de alta fermentação que está relacionada com alto teor de álcool, o *lager* de baixa fermentação com teor alcoólico mais moderado, e por último as *lambicou* e *gueuze* de fermentação espontânea e leveduras selvagens.

São conhecidos vinte e três estilos de cerveja que se dividem em cento e vinte tipos de cerveja com ingredientes diversificados, que podemos citar desde café até limão, gengibre, chocolate, rapadura, açaí, o que irá modificar as propriedades organolépticas da cerveja. (BELTRAMELLI, 2013).

3.3 MATÉRIA-PRIMA

Nos próximos tópicos serão apresentados os insumos que compõem a cerveja.

3.3.1 Água

A água é a principal matéria-prima no processo cervejeiro pelo fato dela representar de 92% a 95% do peso total da cerveja, assim sendo as características físico-químicas serão fundamentais para obtenção de uma cerveja de qualidade. (VENTURINI FILHO, 2010). Historicamente, as cervejarias tinham a necessidade de se instalar em fontes de água onde a composição dessa era uniforme e, frequentemente, a água era captada de fontes subterrâneas ou de nascentes de rios onde haveria maior chance de preservação dos componentes e proteção contra poluição. (BERNSTEIN; WILLOX, 1977).

O avanço tecnológico permite modificar a composição da água, acrescentando ou removendo minerais, até o ponto desejado pela cervejaria. Os

requisitos básicos para obter uma água de boa qualidade para a cerveja segundo Venturini Filho (2010) são:

- a) seguir os padrões de potabilidade;
- b) apresentar alcalinidade de 50 mg/L ou menor, (de preferência inferior a 25 mg/L) e;
- c) possuir concentração de cálcio ao redor de 50 mg/L.

A dureza da água é um aspecto físico-químico muito relevante, pois ela representa a concentração de íons cálcio e magnésio o que pode interferir diretamente na fabricação da cerveja. O cálcio desempenha um importante papel para a estabilidade e aroma da cerveja a ser elaborada: ele protege as α -amilases do calor na fase de mosto contribuindo na hidrólise do amido; aumenta o teor de carboidratos fermentáveis e compostos nitrogenados no mosto, pelo fato de estimular a ação enzimática das proteases e amilases. Já o magnésio que em grande parte da cerveja, tem sua origem principal do malte, atua como co-enzimático durante a fermentação (BERNSTEIN; WILLOX, 1977). Na Tabela 1 observa-se a composição desejada da água para a fabricação de cerveja:

Tabela 1 - Composição química da água

PARÂMETRO	UNIDADE	ESPECIFICAÇÃO
Aparência	-	Límpida e clara
Sabor	-	Insípida
Odor	-	Inodora
pH	pH	6,5 - 8,0
Cor	(mgPt/l)	0 - 5,0
Turbidez	NTU	menor que 0,4
Matéria orgânica	(mg O ₂ cons./L)	0 - 0,8
Sólidos dissolvidos totais	(mg/l)	50,0 - 150,0
Dureza total	(mg CaCO ₃ /L)	18,0 - 79,0
Dureza temporária	(mg CaCO ₃ /L)	18,0 - 25,0
Dureza permante	(mg CaCO ₃ /L)	0 - 54,0
Alcalinidade	(mg CaCO ₃ /L)	0,8 - 25,0
Sulfatos	(mg SO ₄ /L)	1,0 - 30,0
Cloretos	(mg Cl/L)	1,0 - 20,0
Nitratos	(mg NO ₃ /L)	Ausência
Nitritos	(mg NO ₂ /L)	Ausência
Sílicos	(mg SiO ₂ /L)	1,0 - 15,0
Cálcio	(mg Ca ₂₊ /L)	5,0 - 22,0
Magnésio	(mg Mg ₂₊ /L)	1,0 - 6,0
Ferro	(mg Fe/L)	Ausência
Alumínio	(mg Al/L)	máx. 0,05
Amoníaco	(mg N/L)	Ausência
CO ₂ livre	(mg CO ₂ /L)	0,5 - 5,0

Fonte: Araujo (2005).

Outra peça fundamental é o controle de pH, pois o pH alcalino poderá causar a dissolução de casca e outros materiais existente no malte, algo indesejado no processo. Para isso, uma solução ácida facilita a atividade enzimática provocando um aumento no rendimento da maltase e elevando o teor alcoólico. No geral, o pH desejado na fabricação da cerveja é de 6,5 a 7,0, mas o tipo de cerveja que será produzido é que vai determinar o pH ideal. (MARCAS, 2013).

Ainda segundo Venturini Filho (2010) as águas de microcervejaria provêm geralmente de rede pública ou poços, devendo sempre ser analisadas quanto à dureza de carbonatos e avaliadas quanto ao odor, sabor, coloração e turbidez, devem ser submetidas a exames microbiológicos e medição de pH.

3.3.2 Malte

A palavra malte expressa a matéria-prima resultante da germinação, sob condições controladas, de qualquer cereal, seja arroz, milho, trigo, aveia, sorgo etc. Por esse motivo alguns fatores devem ser analisados para determinar qual cereal usar, como seu poder diastásico e o seu valor econômico. (VENTURINI FILHO, 2010). A Tabela 2 apresenta a composição do grão de cevada e do malte.

Tabela 2 - Composição da cevada e do malte.

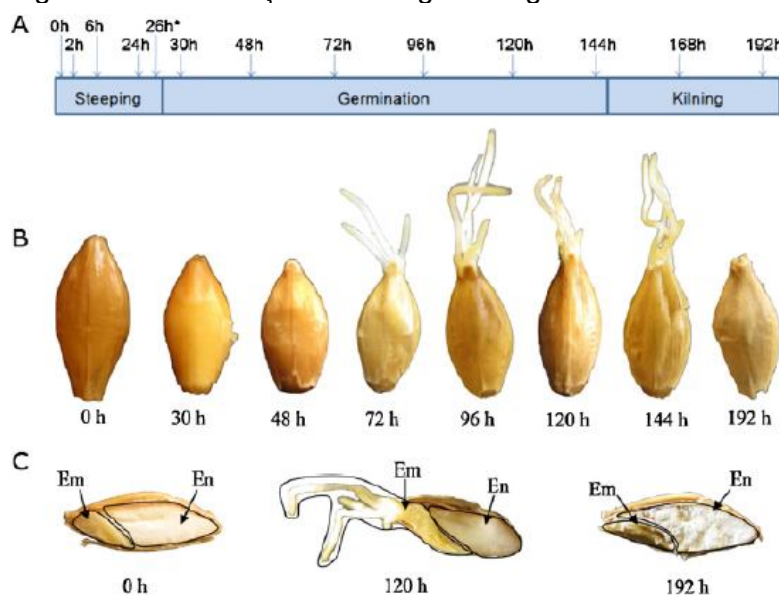
CARACTERÍSTICA	CEVADA	MALTE
Massa do grão (mg)	32-36	29-33
Umidade (%)	10-14	4-6
Amido (%)	55-60	50-55
Açúcares (%)	0,5-1,0	8-10
Nitrogênio total (%)	1,8-2,3	1,8-2,3
Nitrogênio solúvel (% de N total)	10-12	35-50
Poder diastásico (°Lintner)	50-60	100-250
α -amilase, unidades de dextrina	traços	30-60
Atividade proteolítica	traços	15-30

Fonte: Cereda (1985).

A cevada é o cereal mais usado na fabricação de cerveja, pois ela é rica em amido e possui alto teor de proteínas suficiente para fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura. E também possui substância nitrogenada que desempenha um papel importante na formação da espuma

(NAKANO, 2000). Observa-se na Figura 1 em (A) a escala de tempo de maltagem: maceração (*steeping*), germinação (*germination*) e a secagem (*kilning*). Em (B) o processo de germinação e a secagem, em seguida a retirada da radícula. Já em (C) um corte longitudinal no grão de cevada durante a maltagem e a secagem.

Figura 1 - Germinação e maltagem do grão de cevada



Fonte: Gorzolkaa et al. (2012).

A cevada tem sua história vinculada ao Egito antigo (6000 a 5000 anos a. C.). Do gênero das *Hordeum* ela é considerada uma gramínea, tem a espiga com grãos alinhadas em duas ou seis fileiras, é envolvida por várias camadas de celulósicas, sendo a primeira chamada palha e o conjunto dessas denominada casca. Essa casca não pode ser eliminada na moagem, pois irá desempenhar um importante papel na técnica cervejeira. (VENTURINI FILHO, 2010).

A cevada que apresenta duas fileiras de frutos possui grãos maiores e alto teor de amido, além da casca fina ter menor quantidade de proteínas, esta é muito utilizada na Europa. Já a cevada com seis fileiras tem a vantagem de ter mais casca o que ajuda na filtragem do mosto, em contrapartida possui maiores dificuldades de maltagem e menor rendimento de mosto, são mais utilizadas nos Estados Unidos. (AQUARONE et al., 2001; ZCHOERPER, 1990).

Depois da colheita, os grãos são armazenados em silos onde a umidade e a temperatura será controlada. Para o processo de maltagem a semente é colocada em condições favoráveis para a germinação do grão onde a temperatura, umidade e

aeração são controladas, esse processo é interrompido quando a germinação começa acontecer. Nessa fase o amido presente no malte apresenta proporção menor que na cevada, tendo característica menos dura e mais solúvel, possuindo enzimas no interior do grão. (VENTURINI FILHO, 2010).

A maltagem desenvolve as enzimas fundamentais para o processo cervejeiro (α -amilase e β -amilase, amiloglucosidase, β -glucanase, protease, β -glucanasolubilase e pentosanase) que podemos representar pela seguinte etapa:

- a) Maceração: grão e submerso em água para absorver umidade (40%);
- b) Germinação: o hormônio de crescimento é ativado, liberação de ácido giberélico, degradação de polímeros é reduzida a 5%;
- c) Secagem: teor de umidade a 5% é interrompido a atividade enzimática no grão. (CRUZ, 2007).

3.3.3 Lúpulo

Podemos considerar o lúpulo como o “tempero da cerveja”, sendo hoje, um dos princípios componentes dessa, onde se encontra o truque para os mestres cervejeiros diferenciarem suas cervejas, mantendo segredo entre quantidade e tipo do mesmo. É encontrado em países de regiões frias, ele é importado da Europa ou Estados Unidos. São classificados como *Humulus lupulus* e tem a característica de ser dióica, ou seja, contém flores masculinas e femininas, são justamente as flores femininas que despertam o interesse da indústria cervejeira. As flores são agrupadas em cachos onde se encontra pares de brácteas e bractéolas, essas possuem glândulas onde formam os grânulos de lupulina, substância desejada na cervejaria responsável pelo amargo e o aroma da cerveja pode ser comercializado na forma de pélete, em flores secas ou em extrato como se observa nas Figuras 2 e 3. (VENTURINI FILHO, 2010).

Figura 2 - Flor de lúpulo



Fonte: Cavalcanti (2011).

Figura 3 - Lúpulo em pélete



Fonte: Lúpulo... (2015).

Na Tabela 3 a composição química da flor de lúpulo. Os principais compostos presentes na resina da flor de lúpulo são os ácidos amargos, que podemos dividir em α -ácido (humulonas) e β -ácido (lupulonas). (KROTTENTHALER, 2009).

Tabela 3 - Composição da flor de lúpulo

CARACTERÍSTICA	PERCENTAGEM (%)
Resinas amargas totais	12-22
Proteínas	13-18
Celulose	10-17
Polifenóis	4-14
Umidade	10-12
Sais minerais	7-10
Açúcares	2-4
Lipídios	2,5-3,0
Óleos essenciais	0,5-2,0
Aminoácidos	0,1-0,2

Fonte: Tschope (2001).

As resinas do lúpulo podem ser resinas duras, substâncias solúveis, responsável pelo amargor brutal e áspero, e resinas brandas totais, que apresentam α -ácido que após isomerização tornam-se solúveis e responsáveis pelo principal amargo da cerveja. Os óleos essenciais apresentam perda de 96% a 98% por serem altamente voláteis, dão ao mosto e à cerveja o caráter aromático. Ricos em taninos de baixa massa molar os polifenóis tem como produto condensações poliméricas de media a alta massa molar quando reagida com as proteínas causam turvações coloidais que prejudicam o corpo da cerveja e paladar. (VENTURINI FILHO, 2010).

Ainda segundo Venturini Filho (2010) os lipídios, proteínas e celulose como substâncias insolúveis e os aminoácidos e açúcares como substâncias solúveis, mas que não interfere em nada no processo cervejeiro visto que a dosagem de lúpulo é muito baixa (1,5 – 4,5 g/L). Já os óleos essenciais, sais mineiras, polifenóis e resinas amargas são consideradas fundamentais para o processo.

3.3.4 Adjuntos

Os adjuntos nada mais são que carboidratos não maltados, que podem substituir ou simplesmente completar o malte da cevada. Os mais utilizados são o milho, o trigo e o arroz, mas podemos encontrar variedades como a aveia, o sorgo e o tritcale. São adicionadas na preparação do mosto, onde as enzimas contidas no próprio malte hidrolisam o amido contido tanto no malte como em açúcares

fermentescíveis isso pode corresponder a 50% do peso de malte em forma de adjuntos amiláceo. (VENTURINI FILHO, 2010).

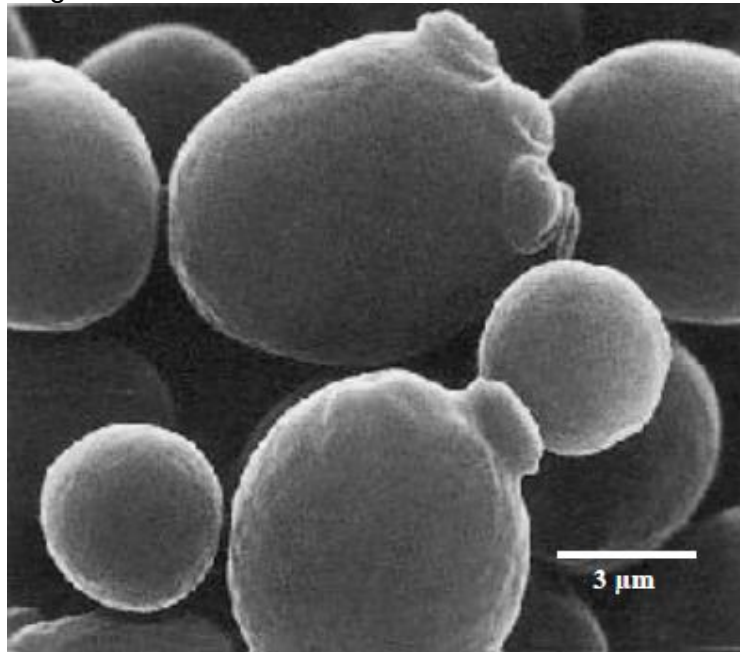
Esses adjuntos contribuem como fontes alternativas de substrato, ou como custos geralmente inferiores ao malte de cevada, proporcionando no sensorial uma característica peculiar em função da fonte que provem. (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010). Países como os Estados Unidos produzem até 60% de adjuntos, já na Europa onde a fabricação de cerveja é mais tradicional e conservadora, se usa 40% de adjuntos. Na Alemanha e Grécia onde a lei de pureza da cerveja ainda é aplicada, toda a cerveja deve ter como fonte de carboidrato unicamente o malte de cevada, com exceção das cervejas de alta fermentação. (GARCIA, 2012).

Podem-se utilizar açúcares na forma de xaropes ou cristais que tem como vantagem muitos fatores como baixos teores de proteína, menos volume de armazenamento e não necessitam de pré-tratamento. A desvantagem desses são efeitos de inibição chamados de fermentação lenta ou fermentação por arraste que tem sua causa atribuída a altas concentrações de glicose. Com a tecnologia esse efeito foi solucionado com xaropes de maltose derivados do milho contendo carbonos de perfis diferentes, com isso a adição de adjuntos no mosto pode ser realizada sem alteração dos componentes, o que se comprovou nas análises sensoriais onde não foi encontrada nenhuma diferença entre os processos tradicionais e o com xarope de alto teor. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.3.5 Leveduras

As leveduras são micro-organismos unicelulares do Reino Fungi. A *Saccharomyces cerevisiae* é o fungo mais utilizado na fabricação de cerveja. Suas células são elípticas e medem de 6 a 8 μm de comprimento por 5 μm de largura e se reproduzem assexuadamente por gemulação ou brotamento. (CARVALHO; BENTO; SILVA, 2006). A Figura 4 representa as leveduras e seu tamanho em escala.

Figura 4 - Tamanho da levedura



Fonte: Martinez (2006).

Nota: Adaptado pelo autor.

As características de sabor e aroma estão fortemente ligadas ao tipo de levedura utilizado no processo. O princípio da levedura é a produção de etanol durante a fermentação do mosto, mas esse álcool tem um pequeno impacto no sabor da cerveja. Focando no processo de fermentação, encontram-se vários outros produtos de excreção para determinar primeiramente o sabor da cerveja. Essas características estão ligadas diretamente no balanço metabólico do cultivo da levedura podendo ressaltar a cepa de levedura, a temperatura, o pH de fermentação, o modelo de fermentação e a concentração do mosto. (VENTURINI FILHO, 2010).

Com o avanço científico, os taxonomistas classificaram todas as leveduras em um único gênero, uma vez que apresentam bases comuns de DNA. Por esse motivo o gênero *Saccharomyces* engloba todas as nomenclaturas de leveduras. (RUSSEL, 2006).

O gênero *Saccharomyces* apresenta cepas seguras para a fermentação e dois metabolismos primitivos desejados, o etanol e o dióxido de carbono. Os dois tipos de cerveja têm suas características derivadas de duas leveduras, o tipo *lager* que está relacionada com a cepa *S. uvarum* (*carlsbergensis*) e o tipo *ale* com a *S. cerevisiae*. As cepas de *S. uvarum* que dá origem ao tipo *lager* possuem genes do

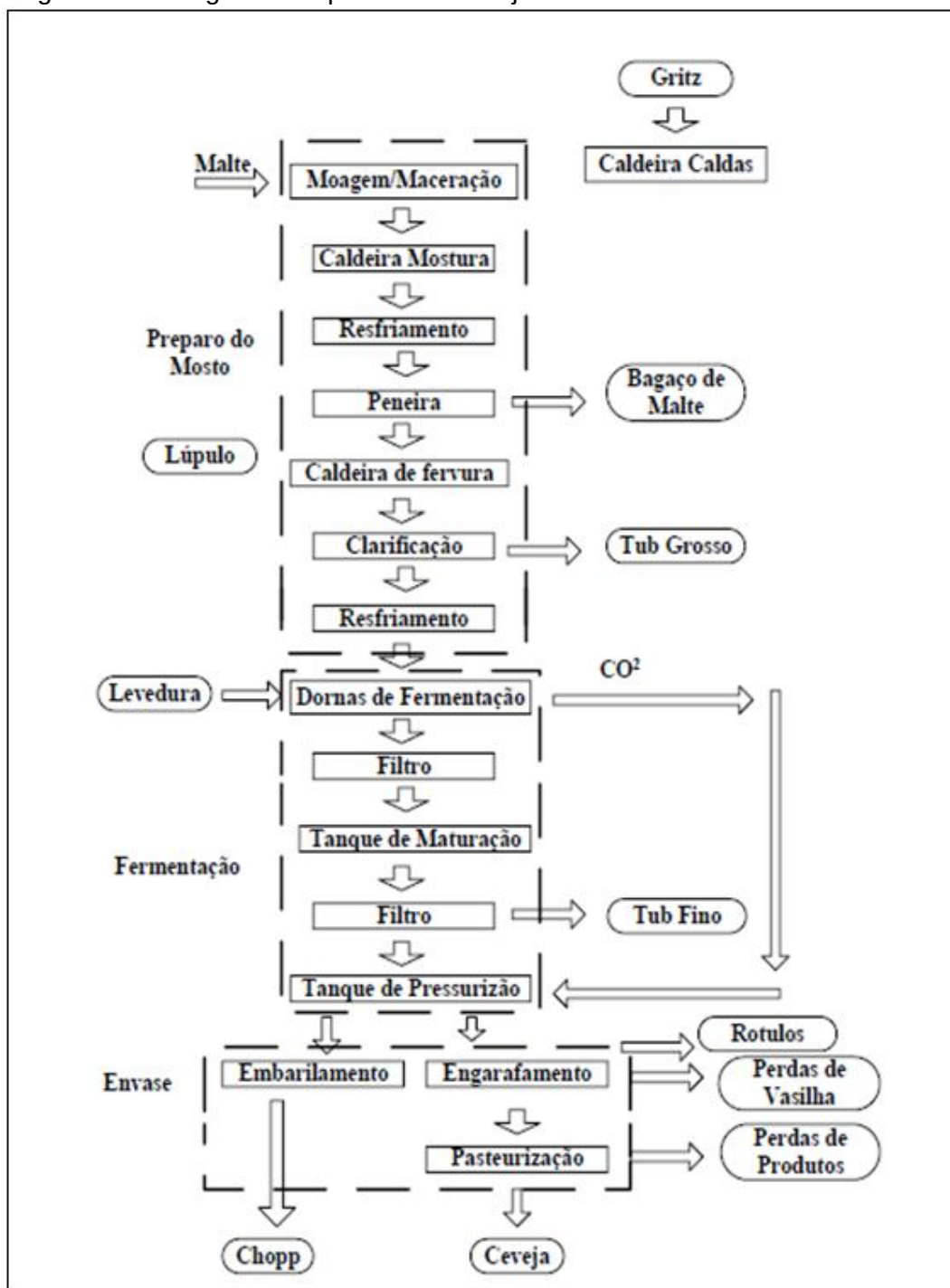
tipo MEL que são produtores enzimas extracelulares chamadas α -galactosidase mais conhecida como melibiase que permite a utilização do dissacarídeo melibiose (glicose-galactose). Já no caso das *S. cerevisiae* que são utilizadas no tipo *a/e* carecem do gene MEL o que impede a utilização de melibiose. Cabe ressaltar que as cepas usadas em cervejas do tipo *a/e* podem crescer em temperaturas de até 37°C enquanto as *lager* não apresentam crescimento com mais de 34°C. (VENTURINI FILHO, 2010).

Ainda segundo Venturini Filho (2010), as cervejas de tipo *lager* são produzidas por leveduras de baixa fermentação entre 7-15°C, ou seja, decantam no final da primeira fermentação (7 a 10 dias), sendo coletadas na base do fermentador. As leveduras do tipo *a/e* são de alta fermentação (3 a 5 dias), pois as moléculas de CO₂ carregam as leveduras até a superfície do mosto onde são coletadas. Dessa forma pode-se diferenciar os dois tipos como leveduras de fundo ou de superfície.

3.4 PROCESSAMENTO

Na Figura 5 segue o fluxograma do processo cervejeiro tanto industrial como artesanal.

Figura 5 - Fluxograma do processo cervejeiro



Font

e: Santos (2005).

Nota: Adaptado pelo autor.

Divide-se o processo de fabricação de cerveja em oito operações essenciais: moagem do malte; mosturação ou tratamento enzimático do mosto (remoção do

precipitado, resfriamento e aeração); fermentação; maturação e clarificação. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.1 Moagem do malte

A moagem age diretamente nas transformações físico-químicas, na clarificação, no rendimento e na qualidade do produto final. Para isso segundo Venturini Filho (2010), é necessário reduzir os grãos de malte para se obter:

- a) quebra da casca do malte no sentido longitudinal, para se chegar ao endosperma (porção interna do grão);
- b) desintegração do endosperma total para garantir a atuação enzimática.

O moinho de rolo pode ser usado para a moagem do malte sendo ajustado à distância de 0,6 mm na primeira etapa, e na segunda à distância de 0,1 mm. (VENTURINI FILHO, 2010). A moagem deve produzir o mínimo possível de farinha com granulometria muito fina. (ALMEIDA e SILVA, 2005). Os valores de granulometria usados por muitas empresas cervejeiras encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Granulometria do grão de malte moído

COMPONENTES DA MOAGEM	MALHA (mm)	MASSA TOTAL (%)
Cascas	1,270	18-30
Sêmola grossa	1,010	8-11
Sêmola fina I	0,647	35
Sêmola fina II	0,253	17-21
Farinha	0,152	3-10
Pó de farinha	Fundo	11-15

Fonte: Tschope (2001).

A casca do malte não pode ser excluída e deve-se ficar inteira, para ajudar na filtração do mosto e evitar que alguns compostos indesejados da casca como taninos e outros compostos que causam o amargo sejam dissolvidos no mosto causando alteração no sensorial. (ESSLINGER; NARZISS, 2009). Na Figura 6, a moagem do malte antes e depois da mesma.

Figura 6 - Moagem do malte, comparação do grão antes da moagem e após a moagem.



Fonte: Rio (2013).

3.4.2 Mosturação / Brassagem

A mistura para a formação do mosto acontece juntamente com água que necessita estar em temperatura controlada dependendo do tipo de mosturação realizada, de acordo com uma programação já estabelecida, o objetivo é solubilizar algumas substâncias presentes no malte que são solúveis em água. As insolúveis serão solubilizadas pelas enzimas presentes no malte, iniciando a gomificação e a hidrólise do amido a açúcar. Todo processo enzimático age sob a condição da temperatura, do grau de acidez e da concentração do meio, do tempo, da qualidade do malte, da constituição do produto e a constituição do produto da moagem. (VENTURINI FILHO, 2010).

A deterioração do amido em açúcares solúveis acontece em três etapas: gelatinização, solubilização e hidrólise. Na maioria das vezes os adjuntos são cozidos separadamente até formarem uma goma e, em seguida, são adicionados nas tinas de cocção do malte. (CEREDA, 1985). A Figura 7 apresenta a etapa de mosturação e a adição de malte.

Figura 7 - Adição de malte na mosturação



Fonte: Rio (2013).

O tipo e a composição da cerveja refletem diretamente no tipo de mosturação ou programa de tempo/temperatura que será aplicado durante a atuação enzimática, um grande exemplo é a relação do quanto de açúcares fermentescíveis deseja-se ou quanto de substâncias protéicas de alto peso molecular que interferem diretamente no “corpo” da cerveja e na consistência da espuma. Essa atuação enzimática produz um mosto com 70-80% de carboidratos fermentativos, incluindo a maltose, glicose e maltotriose. (VENTURINI FILHO, 2010).

O malte é moído e misturado com água (água primária) a 35°C em uma proporção de 1:4. Esse processo é feito dentro de tanques de aço inoxidável equipados com aquecedores, agitadores, controladores e indicadores de temperatura e isolamento térmico. (VENTURINI FILHO, 2010).

As enzimas α -amilase e β -amilase irão agir sobre o amido rompendo suas ligações, dessa forma irão se transformar em maltose, que por sua vez iram degradar a glicose pela ação da maltose. Já as dextrinas que apresentam ligações do tipo α -1,6 ficarão intactas, estas irão contribuir para o “corpo” da cerveja, além do sabor e do aroma do produto final. (OETTERER; ALCARDE, 2006).

Na Tabela 5 os descritos valores de temperatura e pH que correspondem a atuação enzimática. O pH é ajustado em 5,4 pela adição de ácido láctico, e

tamponado com CaCl_2 na proporção de 1,26 g/kg de malte. (VENTURINI FILHO, 2010).

Tabela 5 - Valores de pH e temperatura da atuação enzimática.

ENZIMAS	TEMPERATURA IDEAL (°C)	PH IDEAL	SUBSTRATO
Hemicelulases	40-45	4,5-4,7	Hemicelulose
Exopeptidases	40-50	5,2-8,2	Proteínas
Endopeptidases	50-60	5,0	Proteínas
Dextrinase	55-60	5,1	Amido
β -amilase	60-65	5,4-5,6	Amido
α -amilase	70-75	5,6-5,8	Amido

Fonte: Tschope (2001).

Um teste de iodo é feito no final da mosturação a 72°C, a fim de se verificar a sacarificação do malte como pode ser observada na Figura 8. A ausência da coloração roxo-azulada confirma o fim da hidrólise do amido, essa reação acontece pela relação entre o iodo e o amido a temperatura ambiente. Logo depois a solução é aquecida a 76°C para inativar as enzimas presentes. (VENTURINI FILHO, 2010).

Figura 8 - Teste de iodo no mosto.



Fonte: Rio (2013).

3.4.3 Filtração do mosto

A filtração é feita em um tanque chamado *tina de filtração*, ele é construído em aço inoxidável e equipado com agitadores, disco filtrante PAKSCREENS com o fundo em rachaduras, bomba centrífuga e isolamento térmico. Nessa fase a casca do malte serve como camada filtrante como se observa na Figura 9, após o

processo a casca é lavada com certa quantidade de água (água secundária) a 75°C, aumentando o rendimento do processo e a extração de açúcar. (VENTURINI FILHO, 2010).

Figura 9 - Filtração do mosto pela casca de malte



Fonte: Rio (2013).

3.4.4 Fervura

O lúpulo em pélete é então adicionado com o mosto que será filtrado e submetido à fervura, isso tem como objetivo a coagulação protéica, inativação enzimática, extração de compostos aromáticos e amargos do lúpulo, evaporação da água excedente e de compostos aromáticos indesejados, formação de substâncias que vão agregar sabor e aroma no produto final. (KUNZE, 1999; MORADO, 2009; VENTURINI FILHO, 2010).

O equipamento usado para a fervura pode ser chamado de *fervedor de mosto* ou *tina de fervura*, é construído também por aço inoxidável, com sistema de aquecimento e isolamento térmico. (ALMEIDA e SILVA, 2005; VENTURINI FILHO, 2010).

Logo no começo da fervura é adicionado o lúpulo em concentração de 0,4 a 1,4 g/L do volume inicial da fervura como observado na Figura 10. Caso se use adjunto na forma de açúcares (xarope ou cristalizado) a adição desses acontece

nessa fase seguindo a proporção da concentração final de açúcar no mosto desejado. (VENTURINI FILHO, 2010).

Figura 10 - Adição de lúpulo.



Fonte: Rio (2013).

Pode-se adicionar lúpulo em extrato além do lúpulo em pélete já adicionado, o extrato ajustará o amargor na concentração desejada em relação ao volume inicial de fervura, para ajustar o pH em 4,5 que é o indicado para a fervura, adiciona ácido láctico 96%. (VENTURINI FILHO, 2010).

A duração da fervura varia de 60 a 90 min., o mosto irá atingir a concentração desejada de açúcar para o início da fermentação, e irá perder cerca de 10 % do volume inicial. (CEREDA, 1985; MORADO, 2009; VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.5 Tratamento do mosto

As etapas que seguem após a fervura são: retirada do precipitado, resfriamento e aeração. A primeira etapa será a retirada dos precipitados com a ajuda da força centrípeta para realizar a rotação forçada do meio, assim as resinas,

os taninos e as proteínas serão sedimentados no fundo do tanque, sendo separados do mosto líquido; esse precipitado leva o nome de *trub* (VENTURINI FILHO, 2010). O equipamento usado nesse processo é chamado de whirlpool, que irá bombear o mosto na tangencial fazendo com que as partículas sedimentem no fundo cônico do tanque (ALMEIDA e SILVA, 2005). A Figura 11 retrata a formação do *trub*.

Figura 11 - Formação do *trub* no fundo do tanque



Fonte: Rio (2013).

Em seguida o mosto é resfriado em trocadores de calor de placas, até a temperatura de fermentação. No caso de cerveja de tipo *lager* a temperatura chegara em 7 a 15°C, já as *ale* serão resfriadas a 18 e 22°C, antes da adição da levedura. Na saída do trocador de calor na linha de mosto frio, é injetada oxigênio para se obter uma concentração do mesmo dissolvido de 20 ppm no tanque de fermentação. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.6 Fermentação

Em todas as produções de bebidas alcoólicas este processo é o mais vital, consiste na transformação de açúcares em etanol e gás carbônico pela levedura em condições anaeróbicas. O processo é iniciado utilizando leveduras que são renovadas após certo ciclo de fermentação (4 a 6), entre os ciclos as células são tratadas com ácidos para eliminar contaminantes. O fermento deve fornecer ao

mosto célula de leveduras em números de 10^6 a 10^8 células/mL. (VENTURINI FILHO, 2010).

Para a multiplicação de fermento é utilizado, em geral, variantes de processo de cortes, esse método consiste no mosto em fermentação que é diluído com mosto estéril toda vez que a fermentação se mostra vigorosa. As técnicas utilizadas levam as adaptações graduais para o teor de açúcares no mosto ou para abaixar gradualmente a temperatura, ou os dois fatores. Dentre todos os processos, o mais tradicional de multiplicação do fermento seria o de repicagens sucessivas em mosto estéril não lupulado, com volume inicial de 100 a 1000 mL e finalizando com o volume de 4000 mL, quando se utiliza mosto lupado não esterilizado. Os números de células antes de cada corte devem ser ao redor de 6×10^6 células/mL. (VENTURINI FILHO, 2010).

A fermentação pode ser resumida na transformação dos açúcares do mosto em álcool e gás carbônico pela atuação das leveduras cervejeiras com condições anaeróbicas. (ALMEIDA e SILVA, 2005). Os carboidratos fermentescíveis (maltose, maltotriose, glicose, etc.) são todos metabolizados pelas leveduras alcoólicas. Há ainda o desenvolvimento de vários subprodutos durante a fermentação, sendo que muitos desses produtos irão permanecer no líquido, por esse motivo é importante ressaltar que todos esses produtos, subprodutos e compostos envolvidos com a assimilação, influenciam diretamente no paladar, aroma, e na característica final da cerveja. (VENTURINI FILHO, 2010).

Os compostos de aroma e sabor da cerveja são derivados das leveduras como subprodutos de seu metabolismo, os teores desses compostos variam pelo padrão de crescimento celular que são influenciados pelas condições do processo. Com isso, o estudo sobre as condições de fermentação como a temperatura, concentração e composição do mosto e duração do processo fermentativo, vem crescendo no campo de pesquisa. (VENTURINI FILHO, 2010).

O controle de temperatura é essencial para o processo nessa fase de produção, normalmente a temperatura é regulada pelo tipo de cerveja que irá ser produzida no caso de *ale* a temperatura ficará entre 18 a 22°C, já as *lager* serão resfriadas a 7 e 15°C. (A CERVEJA, 2007; VENTURINI FILHO, 2010).

O nitrogênio irá estimular o crescimento da levedura, aumentando assim a biomassa e irá contribuir na velocidade de fermentação. (INGLEDEW; KUNKEE, 1985). A principal fonte de nitrogênio existente no mosto acontece durante a

mosturação com a variedade de aminoácidos formados a partir da proteólise das proteínas do malte, assim, adquire-se a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e outros compostos nitrogenados. Obtém então um mosto com 19 aminoácidos, os quais sob condições favoráveis são consumidas pelas leveduras de forma ordenada, sendo diferentes aminoácidos removidos em vários estágios do ciclo fermentativo. (VENTURINI FILHO, 2010). A Figura 12 apresenta a imagem de um fermentador industrial.

Figura 12 - Fermentador industrial



Fonte: Elaborada pelo autor.

As dornas de fermentação necessitam estar fechadas para evitar perda de dióxido de carbono e deve haver um ótimo controle da temperatura através das serpentinas ou das camisas de refrigeração (AQUORONE, 1993). Já o oxigênio provém da aeração do mosto antes da inoculação, e são consumidos pelas leveduras que produzem ácidos carboxílicos insaturados e esteróis que são indispensáveis para a síntese da membrana celular, essas substâncias são essenciais para o processo em si, pois sem elas a fermentação seria anormal e mudaria a característica sensorial da cerveja. (VENTURINI FILHO, 2010).

Dentre as inovações tecnológicas mais usadas nas cervejarias para atingir altos níveis de produção, encontra-se o processo de elaboração de cervejas com

alta densidade chamado de *High Gravity Brewing* no qual a fermentação do mosto está com concentração de açúcares totais maiores que o tradicional (11 a 12 °Plato). (DRAGONE et al., 2002). Nas cervejarias os mostos com concentração de 11 a 12 °Plato são produzidos para fabricar cervejas contendo 3% a 5% m/v de etanol. Já o uso de mosto com alta densidade, com 14 a 16°P traz várias vantagens como aumento da eficiência das instalações, redução no tempo de trabalho, nos custos e no consumo de energia, melhoramento no aroma e no sabor, redução na turvação e aumento da proporção de rendimento do etanol por unidade de extrato fermentado. Na prática um mosto com concentração de 15 °P, apresentará um produto que será diluído em água na proporção de 25% do seu volume, assim sua concentração de sólidos solúveis irá se igualar com o produto obtido com mostos de 12 °P. (VENTURINI FILHO, 2010). A seguir na Figura 13 um fermentador muito empregado em microcervejarias.

Figura 13 - Fermentador de microcervejarias



Fonte: Rio (2013)

A produção de mosto com alta razão cereal/água sofrerá maior degradação enzimática do que um mosto que apresenta razão mais baixa. A causa desse efeito é referente pelo aumento de glicose e maltotriose à custa de dextrinas. Já as enzimas amilolíticas nas tinas com alta razão cereal/água são mais resistentes a

inativação térmica o que causa uma atuação enzimática mais prolongada. (VENTURINI FILHO, 2010).

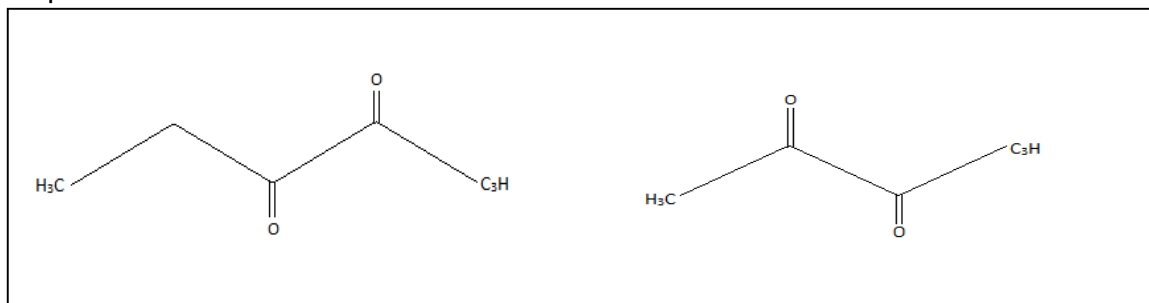
Toda fermentação é feita em fermentadores equipados com controladores e indicadores de temperatura, manômetro de pressão interna, para monitorar o CO₂ formado no processo fermentativo. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.7 Maturação

A maturação pode ser considerada uma segunda fermentação, sendo necessária e importante para o processo cervejeiro, apesar de quase não trazer mudanças para o produto. Nos processos tradicionais de fabricação de cerveja ela dura um longo tempo, podendo se estender de semanas a meses dependendo do tipo de cerveja. (VENTURINI FILHO, 2010). É nessa fase que acontece a carbonatação natural da cerveja. (ALMEIDA e SILVA, 2005).

O diacetil é o composto chave para a maturação, ele é formado na fermentação como subproduto, é hoje o produto mais pesquisado no processo fermentativo como o 2,3 pentanodiona e o próprio diacetil (2,3 butanodiona) como observado na Figura 14. O α -acetolactato é o precursor de diacetil, ele é produzido pela levedura na síntese dos aminoácidos valina e leucina. Já o 2,3 pentanodionatêm como precursor o α -acetohidroxibutirato que é produzido pela levedura na síntese do aminoácido isoleucina. Considera-se, portanto, o diacetil e o 2,3 pentanodiona como dicetonas que no processo cervejeiro são formados pelos descarboxilação oxidativas. (VENTURINI FILHO, 2010).

Figura 14 - Fórmulas estruturais do 2,3 pentanodiona diacetil e do diacetil, respectivamente



Fonte: Venturini Filho (2010).

As dicetonas são produzidas e depois reduzidas durante a fermentação e maturação pelas leveduras. Durante ou após a fermentação, bactérias também podem produzir esse composto. Cervejas com concentração altas de açúcares e valores de teor de amargor elevados podem esconder o sabor do diacetil melhor que cervejas com baixo teor de açúcares e amargor. Há várias opiniões sobre o limite de percepção (teor que é detectável pelos degustadores treinados) do diacetil. Existe cervejeiros que tem como preferência a fabricação de cervejas com teor de diacetil inferior a 0,15 mg/L e outros preferem níveis ainda menores como 0,05 mg/L. (VENTURINI FILHO, 2010).

Nas cervejas fermentadas com leveduras que apresentam uma quantidade insignificante de bactérias produtoras de diacetil, podem apresentar alto teor desse produto pelas seguintes razões:

- a) diminuição da temperatura antes do tempo adequado de maturação;
- b) falta de nutrientes para a levedura;
- c) período de tempo muito curto na fermentação secundária;

O sabor dessas duas dicetonas semelhante à manteiga, pode ser agradável em pequenas concentrações mas em maiores pode ser ofensivo para o sabor da cerveja, especialmente para tipos *lager*. (VENTURINI FILHO, 2010).

A concentração das dicetonas é determinada no final da fermentação por um balanço entre a síntese e secreção de α -acetohidroxi-ácidos e suas conversões. Vários fatores influenciam na origem das dicetonas vicinais, mas a concentração final tem como predomínio a atividade da levedura ao final da fermentação principal. (VENTURINI FILHO, 2010).

O aumento da velocidade de crescimento da levedura pode ser relacionado com a diminuição da concentração de precursores dicetonas vicinais. Se a velocidade de crescimento da levedura for controlada durante a fermentação poderemos controlar a concentração dos precursores. É exequível retardar ou acelerar o crescimento da levedura se os fatores temperatura, agitação, aeração e pressão forem respectivamente moderados ou aumentados. (VENTURINI FILHO, 2010). Na Figura 15 verifica-se um maturador industrial.

Figura 15 -Maturador industrial



Fonte: Elaborada pelo autor.

Produtos que alteram o sabor da cerveja podem ter uma boa conexão com o crescimento da levedura, esta última apresenta uma boa conexão com o pH e o consumo de aminoácidos. Entretanto o consumo de açúcares não correlaciona o crescimento da levedura. A conexão entre velocidade de crescimento e o consumo de aminoácido tem uma variação mínima que se assemelha com a relação entre consumo de aminoácido e compostos ativos de sabor. (VENTURINI FILHO, 2010).

Excluindo as relações das condições de fermentação e o tipo de levedura utilizado nos processos, e tendo a conclusão que a concentração celular é homogênea no tanque de fermentação, infere-se dizer que o consumo de aminoácidos tem um melhor índice para o controle de manutenção da qualidade da cerveja se comparado com o consumo de açúcares. (VENTURINI FILHO, 2010).

A cerveja então irá ser armazenada ou deixada em tanques com baixa temperatura, que irão possibilitar o desenvolvimento das reações que proporcionarão as características sensoriais da cerveja. (VENTURINI FILHO, 2010). A maturação é conduzida em um período que varia de duas a quatro semanas, esse

tempo envolve muito custo, por esse motivo tem-se proposto uma redução do tempo de maturação com novas técnicas. (A CERVEJA, 2012). Esse processo irá também proporcionar uma clarificação pela precipitação de proteínas, leveduras e sólidos insolúveis. Cabe ressaltar também alterações químicas que irão auxiliar na clarificação, aroma e sabor do produto final. Logo no início da maturação, os açúcares em sua maior parte se transformam em álcool etílico, gás carbônico, glicerol, ácidos acéticos e álcool superior. (VENTURINI FILHO, 2010).

Segundo Venturini Filho (2010) há pontos fortes na maturação que se destacam:

- a) o gás carbônico produzido na maturação que gera a carbonatação da cerveja;
- b) o tempo em que ela fica de repouso que provoca uma precipitação dos resíduos de leveduras que ainda estão na cerveja;
- c) a maturação do sabor pela transformação dos compostos diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico, que serão reduzidos durante esse processo;

Na maturação não é possível eliminar os ácidos graxos e os álcoois superiores que foram formados no processo de fermentação. No processo há o surgimento de ésteres que serão responsáveis pelo aroma e sabor da cerveja, principalmente o acetato de etila (21,4 mg/L) e o acetato de amila (2,6 mg/L). (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.8 Clarificação

Nas microcervejarias alguns dos processos de clarificação podem ser utilizados, como a centrifugação, filtração e sedimentação; mas em cervejarias artesanais de baixa produção essas técnicas não são empregadas, exceto os agentes clarificantes, um produto de muita ajuda para os cervejeiros.

Após a maturação, a cerveja encontra-se com resíduos que são indesejados para o produto final, dentre eles a levedura, partículas coloidais dos complexos proteínas-polifenóis, e várias outras substâncias formadas devido a baixa temperatura e o baixo pH. Então para se ter um produto límpido e brilhante é necessário uma clarificação antes do engarrafamento, que irá retirar essas

substâncias indesejadas. Existem quatro técnicas que são utilizadas individualmente ou em conjuntos, são elas (VENTURINI FILHO, 2010):

- a) sedimentação gravitacional;
- b) usar agentes clarificantes;
- c) centrifugação;
- d) filtração.

3.4.8.1 *Sedimentação Gravitacional*

Pode ser considerado o método mais simples na clarificação, é o único empregado antes da centrifugação e da filtração. O processo é feito após a fermentação, onde a cerveja é resfriada em longos períodos a temperatura de aproximadamente 0 °C, de forma que as leveduras e outras partículas irão se sedimentar. É necessária certa precaução nesse processo, pois se a cerveja engarrafada apresentar um resquício de levedura pode-se ocorrer autólise das células, ainda mais se esta for exposta em altas temperaturas, o que comprometeria todo o corpo da cerveja. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.8.2 *Clarificantes*

O processo de sedimentação é simples e tem uma ótima limpidez sobre o produto final, mas a utilização de agentes clarificantes pode trazer melhores resultados em menos tempo. Essa operação exclui as partículas em suspensão, células de fermento, bactérias e substâncias coloidais, isso irá deixar a bebida transparente, com maior estabilidade e brilho. (NOJIMOTO et al., 2010). Os clarificantes levam vantagem na estrutura química, onde este apresenta cargas positivas que interagem sobre as leveduras e proteínas que apresentam carga negativa melhorando a estabilidade física da cerveja. Entre os clarificantes, o mais utilizado em cervejarias é a cola de peixe (ictiocola ou *isinglass*) que é originário pelo tratamento químico da bexiga natatória de alguns peixes. O ácido tânico, os silicatos e a sílica gel também são utilizados como agentes clarificados. (VENTURINI FILHO, 2010). Um exemplo de clarificante é mostrado na Figura 16.

Figura 16 – Clarificante em pastilha (whirlfloc)



Fonte: Clarificantes (2009).

3.4.8.3 Centrifugação

A lei de Stokes é a base do princípio das centrífugas, explica a velocidade de sedimentação das partículas. A velocidade de centrifugação pode ser aumentada por vários fatores que podem ser controlados pela menor viscosidade do líquido, diâmetro da partícula maior e uma diferença maior entre as densidades de partículas e líquido. Mas a própria força criada pela centrifugação é a causa do aumento da velocidade de sedimentação (até 10000 g). (VENTURINI FILHO, 2010).

Atualmente, existem dois tipos de centrífugas empregadas nas cervejarias, são elas a centrífuga decantadora e a clarificadora que são classificadas pela carga de sólidos que conseguem processar. A centrífuga decantadora é um aparelhamento tipo parafuso, trata com partículas grandes e fibrosas em líquidos com 60% de sólidos e geralmente é posicionada na horizontal. No funcionamento, a força centrípeta age sobre as partículas deixando-as concentradas na superfície externa da carcaça cilindro-cônica do equipamento, em seguida os parafusos transportam-na para a descarga. Ela opera com fluxo de 40 hL/h e é muito utilizada na recuperação do mosto do bagaço de malte depois da filtração e para readquirir a cerveja que sobrou no fundo dos tanques que contém leveduras. Já a centrífuga clarificadora tem como estrutura um tambor na vertical com muitos discos empilhados com espaçamento de 0,5 a 2 mm (Figura 17). Esta centrífuga trabalham com líquidos com até 30% de sólidos, são autolimpantes, impermeáveis ao ar e tem sistema CIP (*clean in place*). O funcionamento dela como todas as centrífugas está ligado à força centrífuga que irá deslocar as partículas para fora do tambor, e

arrastar intermitentemente pelas aberturas do tambor ou continuamente pelo bocal. Trabalham com fluxo de 40 a 600 hL/h dependendo da concentração de sólidos e por esse motivo apresentam um melhor desempenho se receberem líquidos com concentração uniforme de sólidos. Com isso a eficiência delas aumenta se receberem fluxo após a sedimentação da levedura por uso de leveduras pulverulentas na fermentação ou sedimentação por gravidade. (VENTURINI FILHO, 2010).

Figura 17 - Centrifuga clarificadora.



Fonte:Centrífugas(2009).

3.4.8.4 Filtração

É um processo realizado em muitas etapas, tem como finalidade retirar partículas de tamanhos variados de 0,5 a 4 μm , e leveduras que podem causar turbidez na cerveja, além de partículas que foram formadas no processo de maturação como partículas coloidais, leveduras e outras substâncias insolúveis. Há três tipos de filtração para a clarificação da cerveja. (VENTURINI FILHO, 2010; ESSLINGER; NARZISS, 2009):

- a) a filtração de superfície;
- b) a filtração na profundidade que acontece pelo aprisionamento mecânico das partículas;
- c) e filtração na profundidade pela adsorção das partículas.

Na filtração de superfície, as partículas são retidas na superfície do meio de filtração por apresentarem tamanhos maiores que os poros do meio. A filtração na profundidade, as partículas passam pelo meio de filtração, mas ficam presas mecanicamente nos poros ou são adsorvidas pela superfície dos poros internos do meio. (VENTURINI FILHO, 2010).

A filtração pode ser realizada em duas ou mais etapas que vão depender das características das operações. A filtração principal remove grande parte das leveduras e partículas suspensas, na segunda filtração a cerveja é límpida e brilhante. Agentes filtrantes são adicionados antes da primeira filtração para facilitar o desempenho dela. Na segunda etapa, que é chamada de filtração final, são retiradas partículas que eventualmente sobram da maturação em baixa temperatura e outros absorventes que foram adicionados para estabilizar a cerveja. É recomendado usar dois filtros independentes, além de filtros de segurança que podem ser compostos por membranas. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.9 Tipos de filtros e auxiliares

Existem muitos tipos de filtros para a clarificação da cerveja, dentre eles os filtros que usam auxiliares filtrantes na forma de pó, como os filtros de quadro e de placa, os de velas e os de folhas verticais ou horizontais. Esses filtros funcionam com a formação de tortas do auxiliar filtrante sobre a malha de filtração. A torta ou leito poroso irá criar uma superfície onde os sólidos livres irão ficar retidos, a malha de filtração é coberta pelo auxiliar filtrante antes da passagem da cerveja, com isso essa pré-cobertura irá ser a base para a torta. A cerveja então é misturada com auxiliares filtrantes na proporção da quantidade de sólidos a ser removido. (VENTURINI FILHO, 2010).

Então os filtros serão operados até que a pressão aumente a um ponto onde ocorre a diminuição do fluxo, ou até quando a profundidade da torta se iguale à espessura que completa o espaço entre as malhas no filtro. (VENTURINI FILHO, 2010).

Os dois auxiliares mais usados nas cervejarias são a diatomácea (*kieselguhr*) e a perlita. A diatomácea é um fóssil de um organismo primitivo, na maioria das vezes são algas unicelulares, que contém dióxido de silício, e possui uma variedade de 1500 tipos no mar. Já a perlita é um mineral de origem vulcânica com sua composição básica de silicato de alumínio. É triturado e aquecido até 800°C, onde a água presente nela irá se expandir até inchar e romper. Em seguida ela é moída e classificada, produzindo um auxiliar filtrante 30% mais leve por unidade de volume que a diatomácea. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.10 Estabilização

Existem várias técnicas empregadas para aumentar a vida útil da cerveja. Uma delas é o controle da turbidez da cerveja que é causada pela ligação cruzada de algumas proteínas com polifenóis. As proteínas podem ser precipitadas pelo acréscimo de ácido tânico, ou hidrolisada com enzimas papaína ou, como de costume, absorvidas com hidrogéis e xerogéis de sílica. Já os polifenóis podem ser removidos com PVPP (polivinilpolipirrolidona). (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.11 Carbonatação

No processo cervejeiro artesanal, a carbonatação não é utilizada por diversos fatores, os quais se pode ressaltar o elevado custo do equipamento e baixa produção para uso de cilindro de CO₂. Na técnica cervejeira artesanal a carbonatação acontece dentro da garrafa por meio de adição de açúcar invertido ou *high maltose*. Essa fase é conhecida como *primming*, cujo tipo de cerveja que definirá qual *primming* é melhor utilizado na cerveja. Além dos citados acima, podemos encontrar adição de mel em cervejas tipo Weiss, já uma stout pode levar açúcar demerara.

O dióxido de carbono é o responsável pela efervescência e a sensação de acidez no sensorial devido às propriedades do gás ácido. (KUNZE, 1999). Com isso as proporções deste são controladas para ter um produto de qualidade. (VENTURINI FILHO, 2010).

Sua solubilidade é medida em CO₂ por volume de cerveja nas condições normais de pressão e temperatura. Com isso, um volume de CO₂ é igual a 0,196%

CO₂ em peso ou 0,4 kg CO₂/hL. Uma cerveja pronta apresenta de dois a três volumes de CO₂, mas o produto obtido depois da maturação contém de 1,2 a 1,7 volumes de CO₂. Portanto surge a necessidade de adicionar CO₂ artificialmente na cerveja na etapa de engarrafamento, surgindo o processo de carbonatação. (VENTURINI FILHO, 2010; KUNZE, 1999).

A injeção de CO₂ pode ser realizada em linha ou em tanque. O processo mais comum nas cervejarias é a carbonatação em linha, onde o CO₂ desidratado será adicionado à cerveja por placas porosas de aço inoxidável, na face de transferência da cerveja do filtro para os tanques de armazenamento pressurizados. Os tanques estarão com pressão entre 12 a 15 psi durante o seu enchimento, o que permitirá a retenção do CO₂ na cerveja, além de evitar a formação de espuma. Na carbonatação em tanques o CO₂ entra em contato com a cerveja através de difusores porosos, fabricados em aço inoxidável ou cerâmica, encontradas embaixo dos tanques. Eles produzirão pequenas bolhas que irão facilitar a dissolução do CO₂ na cerveja. Essa técnica proporciona dificuldades de controle e de eficiência, mas tem como vantagem a remoção do oxigênio e de compostos voláteis indesejados quando o tanque for aberto no começo do processo de carbonatação. Depois da expurgação desses gases o recipiente é fechado novamente para acontecer a dissolução do CO₂ na cerveja e o aumento da pressão. (VENTURINI FILHO, 2010).

Para não haver gastos durante o processo, as cervejarias usam o CO₂ produzido na fermentação para a carbonatação e em outras etapas do processo. Após o aprisionamento desse gás, há necessidade de limpeza do mesmo, aonde ele irá passar por uma depuradora com água e uma purificadora com carvão ativo para em seguida ser liquefeito. Em seguida o dióxido de carbono será secado em secadores de alumínio e armazenado em estado líquido até o estado gasoso em evaporador. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.12 Envase

É o processo onde temos um gasto muito elevado seja pela matéria-prima ou pela mão-de-obra, será executada em equipamentos chamados de enchedoras para latas e garrafas ou embarrilamento quando for envasada para barris. (VENTURINI FILHO, 2010). É uma etapa crítica pelo fato de todo o trabalho conduzido nas etapas

anteriores pode ser perdido se for conduzido de forma displicente. (MORADO, 2009).

A Figura 18 apresenta uma enchedora de 2 bocas muito utilizado em microcervejarias.

Figura 18 - Enchedora de 2 bocas



Fonte: Acessórios (2012)

3.4.12.1 Enchedora de garrafas e latas

As garrafas são primeiramente lavadas antes do processo de engarrafamento, as retornáveis (que já foram utilizadas previamente com cerveja) necessitam de uma higienização mais aprofundada, com uma limpeza por dentro e por fora com detergentes cáusticos quentes e enxaguada com água. As enchedoras são abastecidas com cerveja filtrada proveniente dos tanques de pressão. As garrafas então são levadas até a enchedora por esteiras pelo princípio de carrosséis rotatórios, e posicionadas embaixo das cabeças de enchimento livre. Em seguida um selo hermético é colocado sobre as garrafas e retirado o ar dessas com um sistema de vácuo. O enchimento das garrafas é a próxima etapa, é aplicada uma

pressão reversa com dióxido de carbono antes que o líquido desça por efeito da gravidade do tanque da enchedora até a garrafa. O volume de líquido é ajustado automaticamente na enchedora para que se tenha uma uniformidade em todas as garrafas. A garrafa cheia é liberada da enchedora e a pressão interna aliviada. Então é transportado para a tampadora onde é eliminado o ar do espaço vazio para evitar oxidação do produto. Esse processo é realizado com jatos de água esterilizada com alta pressão. Poucos μL de água entram na garrafa causando uma espuma no gargalho que irá expelir o oxigênio de dentro dela. Em seguida vem à etapa de enrolamento e o transporte das garrafas para a pasteurização em túnel. Após isso, as garrafas estão prontas para a etiquetagem, empacotamento e armazenamento. (VENTURINI FILHO, 2010).

O processo de enlatamento é similar ao enchimento de garrafas não retornáveis. As latas podem ser compostas de alumínio ou de aço inoxidável e oferecem um verniz para evitar o contato entre líquido e metal. Antes do enchimento as latas são invertidas e lavadas para retirar possíveis contaminantes adquiridos no transporte. É adicionada a cerveja e a tampa é encaixada pela dobragem das peças de metal o que forma um selamento estável, impedindo a passagem de ar para dentro das latas ou a saída do líquido. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.12.2 *Embarrilamento*

O volume dos barris varia de 10, 25, 30, 50 ou 100L, são feitos de alumínio, aço inoxidável ou madeira e tem um tubo central que permite o enchimento, esvaziamento ou a limpeza do mesmo. Nas grandes cervejarias eles são lavados por fora e encaminhados para um equipamento que irá realizar a lavagem interna, a esterilização e o enchimento. A lavagem acontece com água a 70°C com alta pressão e, após cerca de 10 segundos, o barril é encaminhado para uma etapa de aquecimento com vapor a temperatura de 105°C durante 30 segundos. Feita a esterilização os barris vão para o enchimento. Lá, são posicionados embaixo da cabeça de enchimento, onde acontece uma rápida purga com dióxido de carbono para a retirada do ar, para que possa ser realizado o enchimento (que leva poucos minutos). Então o barril é pesado e armazenado. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.13 Pasteurização

A cerveja é um produto que não apresenta uma condição favorável para o desenvolvimento de microrganismos, sendo conhecida como um produto de estabilidade microbiológica. Mesmo assim, existem alguns microrganismos que conseguem se reproduzir nessas condições e que causam efeitos no produto final, como turbidez ou mudanças no sensorial. Por este motivo, a maioria das cervejas é tratada antes ou durante o engarrafamento para eliminar possíveis contaminantes como resíduos de leveduras, leveduras selvagens que entraram no processo ou bactérias contaminantes. Para a completa descontaminação, a cerveja pode passar por dois tratamentos distintos, a pasteurização ou a filtração estéril. (VENTURINI FILHO, 2010).

A pasteurização nada mais é que a eliminação do contaminante de uma solução aquosa pelo calor, conferindo estabilidade microbiológica para a bebida. (ESSLINGER; NARZISS, 2009; MORADO, 2005). Nas cervejarias podemos encontrar duas técnicas de pasteurização a *flash* ou a em túnel. A pasteurização *flash* será realizada antes do engarrafamento, portanto é uma alternativa para a filtração estéril. Esse tipo de pasteurização é comumente empregado em cervejas que serão dispostas em barris. Pode-se ressaltar como vantagem dessa técnica o baixo custo de instalação e a necessidade de um menor espaço na planta. Já a pasteurização em túnel é aplicada na cerveja dentro da garrafa ou da lata, é a melhor técnica para garantir seis meses de vida de prateleira do produto nesses tipos de embalagens. Esse processo tem como característica uma baixa temperatura em relação à pasteurização em *flash*, mas com um tempo de exposição ao calor maior (cerca de 1 hora), isso tudo caracterizado pela elevação, estabilização e diminuição da temperatura do líquido no interior da embalagem. (VENTURINI FILHO, 2010).

O tratamento térmico tem como unidade o termo de “unidade de pasteurização”. É definido então que uma unidade de pasteurização (UP) é a destruição biológica obtida pela exposição da cerveja pelo tempo de 1 minuto a 60°C. Os tratamentos térmicos com 5-6 UP são empregados quando a concentração de microrganismos contaminantes no processo são abaixo de 100 células/mL. A pasteurização da cerveja é realizada com 15-30 UP, mas pode ser realizada com níveis maiores como no caso da cerveja sem álcool, que é mais propícia a

contaminantes. (VENTURINI FILHO, 2010). A Figura 19 ilustra um pasteurizador em uma microcervejaria.

Figura 19 - Pasteurizador de uma microcervejaria



Fonte: Elaborada pelo autor

3.4.13.1 *Pasteurização flash*

Nessa operação a cerveja circula em trocadores de calor de placas que vão aumentar rapidamente a temperatura até cerca de 70°C. A cerveja então é mantida nessa temperatura por 30 a 60 s, sendo então resfriada e engarrafada. A solubilidade do dióxido de carbono está diretamente relacionada com a temperatura, por esse motivo, é necessário manter a pressão no pasteurizador elevado para evitar a liberação do CO₂. As placas no pasteurizador são feitas para se obter a máxima recuperação de calor (90-95%). Os equipamentos que constituem o pasteurizador *flash* são simples, baratos e fáceis de operar. O sistema é ideal para o enchimento de barris e está começando a ser empregado em embalagens pequenas como garrafas de PET e de vidro. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4.13.2 *Pasteurização em túnel*

São extensas câmaras quentes e fechadas onde as garrafas e as latas circulam por quase uma hora. Muitos aparelhos para economizar espaço, são dispostos em dois andares. Dentro do pasteurizador existem diversas zonas onde as garrafas são transportadas através de um conjunto de aspersores de água. Os

aspersores estão dispostos de uma maneira em que as garrafas ou latas fiquem em contato com a alta temperatura da água, até que se chegue à temperatura de pasteurização, que geralmente é de 60°C. É mantida por 20 min., o que equivale a aproximadamente 20 UP, então as embalagens são transportadas para uma zona fria onde os aspersores com água fria irão diminuir a temperatura da cerveja. (VENTURINI FILHO, 2010).

4 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as fusões no mercado cervejeiro, está acontecendo o surgimento de grandes grupos pelo mundo. O mercado então está nas mãos de três megacervejarias que produzem 50% da cerveja consumida no mundo, possuindo marcas distribuídas pelos diversos países. (MORADO, 2009). Essas megacervejarias controlam o mercado e impõem o seu produto para os consumidores, destruindo ou anexando a elas qualquer concorrente que surja no mercado.

Em contra partida a esse movimento de fusão e produção de bilhões de litros de cerveja tipo *Lagere Pilsen*, surge o movimento nos EUA chamado *slowbeer*, algo relacionado com resgatar a historia, cultura e o prazer de uma boa cerveja. Este movimento favorece o ressurgimento das cervejarias artesanais, produzidas unicamente para a degustação e apreciação da cerveja.

De acordo com Rao (2010), movimentos sociais no mercado surgem quando os participantes se sentem excluídos. Com o surgimento de inovações nos produtos e hábitos sociais, aparecem novas culturas de consumo, novas mentalidades e atitudes, assim acontece o agrupamento de identificação caracterizado como o “nós”, para desafiar categorias e organizações, e consolidar novas identidades.

Presentemente, existe no mercado esta concorrência, de um lado as megacervejarias com o lucro e a produção em massa e do outro as microcervejarias com cervejas diferenciadas e processos rústicos. A Tabela 6 compara essa concorrência de mercado entre preço, variedade e produção.

Tabela 6 - Concorrência no mercado cervejeiro.

CERVEJARIAS	PREÇOS (REAIS)	VARIEDADE (TIPOS)	PRODUÇÃO (2014)
megacervejaria A (600ml)	R\$ 4,50	3	199,7 milhões de hectolitros
microcervejaria B (600ml)	R\$ 10,50	7	126000 litros

Fonte: Elaborada pelo autor.

As cervejarias industriais, na sua maioria, têm como objetivo o lucro e as altas produções. O produto final então é direcionado para as massas, ao contrário das

microcervejarias. Os cervejeiros destas são antigos mestres cervejeiros ou amantes da cerveja, o que ajuda a ter um produto de maior qualidade. As técnicas de produção não diferem muito uma das outras, mas enquanto uma cervejaria grande produz seus milhões de litros mensais, as micros tem uma produção de bancada, com processos muitas vezes impossível de se fazer em grande escala, e é nesse ponto onde as cervejas artesanais ganham em qualidade. Outro ponto relevante são os insumos: as microcervejarias usam maltes e lúpulos de alta qualidade que implica em um preço no produto final elevado, o que não acontece com as cervejarias de grande escala, pois essas além de serem grandes corporações, trabalham ao lado de grandes investimentos, isso faz com que o preço final seja muito menor do que das cervejas artesanais.

O grande trunfo nas cervejas artesanais hoje, além dos clarificantes e da grande diversidade de adjuntos no mercado como malte e lúpulo de boa qualidade e leveduras direcionadas para cervejas artesanais, como o DME (extrato de malte seco), que ajuda no teor de álcool no processo artesanal. Ele é acionado na fervura e ajuda muito os cervejeiros a chegarem ao ponto desejado da cerveja. Assim sendo a cerveja artesanal, na grande maioria, usa como insumo o malte, água, DME, lúpulo, levedura, mais os clarificantes. Já a cerveja indústria tem como insumo além do malte, água, lúpulo e levedura a adição de milho e arroz para baratear os custos, hoje muita cervejarias estão usando o xarope de malte na cerveja.

Outra vantagem que as cervejas artesanais têm em relação às industriais é a grande variedade de tipos de cerveja que muitas vezes chega a ser o triplo em relação à cerveja industrializada. Enquanto esta última tem no máximo três tipos de cerveja (pilsen, malzbier, extra) as microcervejarias tem no mínimo 5 tipos (entre as mais populares as weizen, stout, red ale, I.P.A (índia pale ale), pilsen e bolck), atraindo os apreciadores por cervejas.

A legislação brasileira, não diz respeito aos 23 tipos de cervejas existentes no mundo, isso pelo fato do decreto só reconhecer as cervejas produzidas pelas grandes cervejarias. Por esse motivo, há dificuldade em conhecer essa grande variedade de estilos cervejeiros, pois cada autor cita os tipos que mais convém a ele.

REFERÊNCIAS

- A CERVEJA. **SINDICERV**, 2007. Disponível em:
<<http://www.sindicerv.com.br/producao.php>>. Acesso em: 17 nov. 2015.
- ACESSÓRIOS. **Mecbier**, 2012. Disponível em:
<<http://www.mecbier.com.br/acessorios.php#>>. Acesso em: 18 nov. 2015.
- ALMEIDA E SILVA, J.B. Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF / APPCC, legislação e mercado. In: VENTURINI FILHO, W.G. **Cerveja**. São Paulo: Edgard Blucher, cap. 15, p. 347-382, 2005.
- ARAUJO, A. S. **Análise e Tipificação de Diferentes Amostras de Cervejas Através de Espectrometria de Massas por Ionização Electrospray**. 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia Industrial**: biotecnologia da produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.v.4.
- AQUARONE, E. et al. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. 4.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1993.
- BELTRAMELLI, M. **Cervejas Brejas e Birras**. São Paulo: TainãBispo;Leya, 2013.
- BERNSTEIN, L., WILLOX, J.C. Água. In: BRODERICK, H.M. **El cervecero en la práctica**. Lima: Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza, c1977. cap. 4, p. 53-82.
- CARVALHO, G.B.M.; BENTO, C.V.; ALMEIDA E SILVA, J.B. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: parte 1 as leveduras. **Revista Analytica**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 36-42, out./nov.2006.
- CAVALCANTI, S. Como fazer excelente dryhopping. **Homini Lupulo**, 2011. Disponível em: <<http://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/como-fazer-excelente-dry-hopping-por-samuel-cavalcanti/>>. Acesso em: 17 nov. 2015.
- CENTRÍFUGAS Separadoras/Clarificadoras. **Omegaline**, 2009. Disponível em: <<http://www.centrixcentrifugas.com.br/separadoraclarificadora.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2015.
- CEREDA, M. P. Cervejas. In: AQUARONE, E. et al. (Coord.). **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.
- CEREDA, M.P. Cervejas. In: AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. **Biotecnologia**: alimentos e bebidas produzidos por fermentação. São Paulo: Edgard Blücher, 1985. v.5. p. 44-78.

CLARIFICANTES. **Arte brew**, 2009. Disponível em:
<<http://www.cervejaartesanal.com.br/insumos.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J.B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W.G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas**: ciência e tecnologia. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. v.1. p. 15-50.

DRAGONE, G. et al. **Elaboración de Cervezas en Brasil**: proceso de altas densidades. Local: Indústria de Alimentos, 2002. v.5.p. 44-46.

ESSLINGER, H.M.; NARZISS, L. **Beer**: Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. Freiberg:Sachsen, 2009.

GARCIA, C.C. **Retórica e cenário microcervejeiro nas regiões sul e sudeste. Faculdade de Tecnologia de Araçatuba**. 2012. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis). Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, 2012.

GORZOLKA, K. et al. Metabolite fingerprinting of barley whole seeds, endosperms, and embryos during industrial malting. **Journal of biotechnology**, Amsterdam, v. 159, n. 3, p. 177-187, jun. 2012.

HORNSEY, I. S. **A history of beer**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2003.

INGLEDEW, W. M.; KUNKEE, R. E. Factors influencing sluggish fermentations of grape juice. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 36, n. 1, p. 65-76, 1985.

KROTTENTHALER, M. H. Hops. In: ESSLINGER, H. M. (Ed.). **Handbook of Brewing**: processes, technology, markets. New York: Wiley, 2009. p. 85-104.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. 2.ed. Berlin: VLB, 1999.

LÚPULO em Pellets Regulares Tipo 90. **Hmeza**, c2015. Disponível em:
<<http://www.hmeza.com.br/lupulo-em-pellets-regulares-tipo-90>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

MARCAS. **Ambev**, 2013. Disponível em:<<http://www.ambev.com.br/relatorio-anual-2012/marcas>>. Acessado em: 18 nov. 2015.

MARTINEZ, M. Levedura. **Infoescola**, 2006. Disponível em:
<<http://www.infoescola.com/reino-fungi/levedura/>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

MEUSSDOERFFER, F.; ZARNKOW, M. Starchy raw materials. In: ESSLINGER, H. M. (Ed.). **Handbook of brewing**: Processes, technology, markets. New York: Wiley, 2009. p. 43-83.

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

NAKANO, V. M. Teoria da Fermentação e Maturação. In: WORKSHOP ADEGAS, 1, 2000, Brasília. **Anais...**Brasília: Ambev,2000. p. 96.

NOJIMOTO, T.; VENTURINI FILHO, W. G; CURI, R. A. Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte: análises físico-química e sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 106-112,abr./jun. 2009.

OETTERER, M.; ALCARDE, A.R. Tecnologia de fabricação de cerveja. In: OETTERER, M.; REGIRANOS D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006.p. 51-94.

RAO, H. **Os revolucionários nos negócios**: aprenda com os movimentos sociais a promover inovação em sua empresa. São Paulo: Gente, 2010.

RIO, R. F. do. **Desenvolvimento de uma cerveja formulada com gengibre (Zingiberofficinalis) e hortelã do Brasil (Menthaarvensis): avaliação de seus compostos bioativos e comparação com dois estilos de cerveja existentes no mercado**. 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Programa dePós-Graduação Stricto Senso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Riode Janeiro, 2013.

RUSSELL, I. Yeast. In: PRIEST, F.G.; STEWART, G.G. **Handbook of Brewing**. 2nd ed. Boca Raton: Taylor e Francis, 2006.

SANTOS, M. S. dos; RIBEIRO, F. de M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005.

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

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas**: ciência e tecnologia. São Paulo: Blucher, 2010. v. 1

ZCHOERPER, O.P. **A cevada brasileira e o processo de malteação**. Porto Alegre: AMBEV, 1990. v.1.