

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**WILSON FERNANDES JUNIOR**

**CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO  
PROCESSO CERVEJEIRO**

BAURU  
2013

**WILSON FERNANDES JUNIOR**

**CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO  
PROCESSO CERVEJEIRO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Centro de Exatas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação do Prof. Me. Carlos Henrique Conte.

BAURU  
2013



**WILSON FERNANDES JUNIOR**

**CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO PROCESSO  
CERVEJEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas da Universidade Sagrado Coração como partes dos requisitos para obtenção do título de Bacharel de Química, sob orientação do Prof. Me. Carlos Henrique Conte.

Banca examinadora:

\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Carlos Henrique Conte  
Universidade do Sagrado Coração

\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho  
Universidade do Sagrado Coração

\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Marcia Rodrigues De Moraes Chaves  
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 12 de dezembro de 2013

Dedico este trabalho a meus pais Tereza e Wilson, as minhas irmãs Luciana e Mariana em que sempre me apoiaram em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, que me deu saúde e força para concluir mais uma etapa da minha vida, com muito esforço e dedicação.

A meus pais e irmãs, sobretudo à minha mãe, que sempre me apoiou nos estudos e nas horas difíceis.

Agradeço a todos que estiveram presentes em minha trajetória acadêmica: colegas como a todos que contribuíram com sua força, conselhos, ajuda e colaborações. Jamais os esquecerei e sentirei bastante saudade.

Aos professores, que sempre esteve presente, auxiliando nas dúvidas, propondo metodologias, pela ajuda na indicação de material bibliográfico, etc.

Ao meu professor Henrique orientador deste TCC.

## RESUMO

O controle de qualidade de uma indústria é responsável pela realização de análises, para que o produto final chegue ao consumidor com a devida qualidade esperada. Em cervejarias o laboratório de controle de qualidade realiza testes de todo o processo desde a matéria prima até o produto final. O controle de qualidade da água é necessário para definir parâmetros em que se possa utilizar a água no processo e que ela não interfira em equipamentos e instalações, sendo que a cerveja é praticamente constituída de água. O presente trabalho apresenta como elementos químicos contidos na água podem interferir no processo da cerveja se estiver fora da faixa de especificação, já que alguns elementos podem se tornar problemas em concentrações altas ou baixas, para um determinado setor da indústria. Este trabalho serve como material de consulta para técnicos da área, uma vez que é escasso o material bibliográfico sobre o assunto.

**Palavras-chave:** Controle de qualidade. Água. Cerveja. Indústria.

## **ABSTRACT**

Quality control of an industry is responsible for performing analysis, so that the final product reaches the consumer with proper quality expected. A brewery in the laboratory performs quality control testing of the entire process from raw material to final product. The control of water quality is necessary to set parameters in which you can use water in the process and it does not interfere with equipment and facilities, whereas beer is substantially constituted by water. This work shows how chemical elements contained in water can interfere with the process of beer if you are outside the specification range, since some elements may become problems in high or low concentrations, for a particular industry sector. This work serves as reference material for technicians in the field, since it is scarce bibliography on the subject.

**Keywords:** Quality control. Water. Beer. Industry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Relação de cores e tipos de cervejas.....	15
Figura 2 -	Classificação da cerveja.....	16
Figura 3 -	Tipos de malte para a produção de cervejas.....	19
Figura 4 -	Tipos de lúpulo utilizado nas cervejarias.....	20
Figura 5 -	Imagem microscópica de uma levedura do tipo Saccharomyces.	21
Figura 6 -	Fluxograma de uma indústria cervejeira.....	25
Figura 7 -	Relação temperatura x tempo de repouso do processo de mosturação.....	27
Figura 8 -	Reação completa uma fermentação alcoólica.....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1	OBJETIVOS.....	10
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	10
1.1.2	<b>Objetivo Específico</b> .....	10
1.2	METODOLOGIA.....	10
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	11
2.1	CONCEITO DE QUALIDADE.....	11
<b>3</b>	<b>CONTROLE DE QUALIDADE NAS INDÚSTRIAS</b> .....	12
3.1	CONTROLE DE QUALIDADE EM INDÚSTRIAS CERVEJEIRAS.....	13
<b>4</b>	<b>CLASSIFICAÇÕES DAS CERVEJAS</b> .....	14
<b>5</b>	<b>PRODUÇÃO DA CERVEJA</b> .....	17
5.1	MATÉRIA PRIMA.....	17
5.1.1	<b>Água</b> .....	18
5.1.2	<b>Malte</b> .....	18
5.1.3	<b>Lúpulo</b> .....	20
5.1.4	<b>Leveduras</b> .....	21
5.1.5	<b>Adjuntos</b> .....	22
5.1.6	<b>Aditivos</b> .....	23
<b>6</b>	<b>PROCESSOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA</b> .....	25
6.1	MOAGEM DO MALTE.....	25
6.2	<b>Preparo do mosto</b> .....	26
6.2.1	<b>Filtração do mosto</b> .....	27
6.2.2	<b>Fervura do mosto</b> .....	27
6.3	TRATAMENTO DO MOSTO.....	28
6.4	FERMENTAÇÃO.....	29
6.5	MATURAÇÃO.....	32
6.6	FILTRAÇÃO.....	32
6.7	ENVASÉ.....	33
<b>7</b>	<b>ÁGUA NO PROCESSO CERVEJEIRO</b> .....	34
<b>8</b>	<b>CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA CERVEJEIRA</b> .....	35
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	40
	<b>REFERENCIAS</b> .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de controle de qualidade em indústrias se faz necessário para que o produto fabricado saia da indústria de forma que o consumidor final consuma sem que seja surpreendido por algum tipo de problema indesejável no produto.

Em cervejarias, o controle de qualidade é um setor responsável por análises do produto, padrões de qualidade para que a produção esteja transformando a matéria prima em produto final com parâmetros pré-determinados de qualidade, realizar testes para uma melhora da produção, enfim o setor é de extrema importância para a indústria.

A matéria prima de maior importância na produção de cerveja é a água, pois a cerveja constitui-se de 90% de água. (CERVESIA, c2003-2013). Na indústria também utiliza-se a água em trocadores de calor, lavagens de garrafas e latas, caldeiras e limpeza da própria fábrica. Portanto, se faz necessária a abundância desse recurso.

Para que a demanda de água seja suprida, as cervejarias geralmente fazem suas instalações perto de rios ou poços e para utilização do recurso se faz necessário um tratamento para que sejam modificadas suas características físico-químicas.

Devido esse tratamento alguns elementos devem ser constantemente analisados, para que seus parâmetros não estejam fora da faixa ideal em que a indústria determina.

Elementos como pH, turbidez, alcalinidade, dureza, ferro, nitrato, nitrito, amoníaco, matéria orgânica, cloretos, são os principais parâmetros analisados, devido à cada elemento ter uma importância no processo, tanto boa como ruim se estiver fora de sua especificação.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Demonstrar a importância da água no processo cervejeiro e seu controle de qualidade, para que se tenha um produto final satisfatório e para que a água não interfira negativamente no processo.

### 1.1.2 Objetivo Específico

- Conhecer o que é qualidade, qual a sua importância nos dias atuais e qual o seu impacto nas indústrias;
- Demonstrar a importância do controle de qualidade nas indústrias cervejeiras.
- Conhecer a classificação, as matérias-primas e o processo para a obtenção da cerveja;
- Verificar a qualidade da água utilizada na indústria cervejeira;
- Conhecer como elementos químicos da água podem prejudicar o processo ou o produto final.

## 1.2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa exploratória através de bibliografias, sites e artigos conceituados, além de um conhecimento devido atuação na área.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 CONCEITO DE QUALIDADE

O termo qualidade é originalmente do latim *qualitate* e apresentou definições distintas ao longo dos séculos. Este termo é utilizado em vários setores, sendo este muito abrangente, envolvendo uma série de fatores a serem analisados, tais como: processo, trabalhadores, clientes, equipamentos, amostragem.

Qualidade também é relacionado com produtividade, melhoria de resultados e aumento de lucro.

Segundo Deming (1993 apud VERAS, 2009, p. 5):

Qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente. Somente o cliente é capaz de definir a qualidade de um produto. O conceito de qualidade muda de significado na mesma proporção em que as necessidades dos clientes evoluem.

Segundo Ishikawa (1985 apud VERAS, 2009, p. 5) “qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que seja econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”.

Segundo Costa (2003, p.18):

Qualidade é um esforço amplamente compensador por muitas razões: reduz custos, porque racionaliza processos; diminui os desperdícios; elimina o retrabalho e acaba com a burocracia e os controles desnecessários; dá o direcionamento certo, pois o compromisso com a qualidade estreita os laços da empresa com sua clientela em permanente e sistemática troca de informações, o que conduz a aperfeiçoamentos e inovações de sucesso garantido;

Por isso o setor de controle de qualidade se faz necessário dentro das empresas, sendo aquele que vai determinar se o produto tem ou não qualidade total, fazendo com que ocorram melhorias contínuas em todos os processos.

Portanto para que o produto tenha um elevado conceito de qualidade os supervisores devem ajudar no aprimoramento de processos de produção, definindo os padrões dos produtos da empresa e atentando-se às legislações e normas técnicas para o ramo de atividades da empresa.

### 3 CONTROLE DE QUALIDADE NAS INDÚSTRIAS

Na década de 30, a indústria começou a criação do Controle Estatístico de Qualidade (CEQ).

Segundo Fernandes (c2011, p. 149):

Controle Estatístico de Qualidade (CEQ) é a utilização de técnicas estatísticas, tais como as cartas de controle, na análise de um processo ou de suas saídas a fim de que ações adequadas sejam tomadas para a obtenção e manutenção do estado de “controle estatístico” e para a melhoria da capacidade do processo. .

Tal controle visava diagnosticar problemas ocorridos no processo e tratá-los, de modo que o produto fosse vendido aos consumidores com uma qualidade maior e os produtores viessem cada vez mais investir em tecnologia para melhorar seu produto final.

As cartas de controle eram ferramentas que demonstravam quando o processo poderia estar fora de suas especificações, assim tratá-las em seus vários setores, seja ele em matéria-prima, em processo ou até mesmo como produto final.

Segundo Fernandes (c2011, p. 37) “os estatísticos que cuidavam das cartas de controle da produção ganharam tanta importância, que se criou um departamento independente, com o nome de controle da qualidade”.

À medida que as indústrias cresciam, suas tecnologias melhoravam e a demanda aumentava, o departamento de controle de qualidade ganhou vertentes que eram responsáveis por alguns setores, sendo eles: departamento de engenharia se responsabilizava por novas tecnologias para a melhor qualidade do produto e pela validação dos resultados, o departamento de produção, responsável pela fabricação de um produto de qualidade e o laboratório de controle de qualidade ficou responsável pela realização de testes e inspeção do produto final.

Hoje em dia, o laboratório de controle de qualidade é de fundamental importância dentro de uma indústria, pois este departamento demonstra com números se o produto está de acordo com suas especificações.

### 3.1 CONTROLE DE QUALIDADE EM INDÚSTRIAS CERVEJEIRAS

O controle de qualidade das indústrias cervejeiras é de suma importância para que a cerveja chegue ao consumidor com o devido sabor, aroma e características organolépticas desejadas e que o façam procurar entre diferentes marcas e tipos.

Apesar de todos os setores de uma indústria cervejeira ser responsável pela qualidade do produto, o laboratório de controle de qualidade é o departamento principal que irá verificar a qualidade da cerveja com os parâmetros devidos para que o consumidor final continue satisfeito e aumente adeptos.

“Laboratório de controle de qualidade é o local onde as amostras dos produtos, recolhidas diariamente, são analisadas para que se possa verificar os padrões de qualidade e exigências cobradas por órgãos fiscalizadores.” (CRUZ, 2012, p. 12).

Segundo Oetterer [2006?], o laboratório de controle de qualidade de uma cervejaria é fundamental, pois analisa as matérias primas, os produtos em processo e as características da bebida.

Na água cervejeira são analisadas turbidez, pH, alcalinidade, cloro, dureza, matéria orgânica, nitratos, nitritos, cloretos, ferro.

No processo são analisadas dicetonas, grau final, extrato aparente, SO<sub>2</sub>, espuma, redução de antocianogênios, álcool.

No produto final o oxigênio dissolvido (TPO), CO<sub>2</sub>, volume, turvação (KWT), espuma, teste de prateleira (180 dias).

Há também testes microbiológicos desde a captação da água até o produto final.

Resumidamente, o laboratório de controle de qualidade de uma cervejaria tem como objetivo analisar todo o processo desde a matéria-prima, passando pelo processo de obtenção da cerveja até que o produto final chegue às prateleiras de mercado com a mesma qualidade em que saiu da fábrica.

## 4 CLASSIFICAÇÕES DAS CERVEJAS

Existem vários tipos de cerveja no mundo, tais como: tipo Ale, Altbier, Lager, especiais, Bock, Lambic, entre outras.

A legislação brasileira define cerveja como sendo a “bebida obtida pela fermentação alcoólica de mosto oriundo de malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo.” (BRASIL, 1997a).

Pela legislação brasileira a cerveja poderá ser denominada: Pilsen, Export, Lager Dortmunder, München, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Weissbier, Alt e outras denominações internacionalmente reconhecidas que vierem a ser criadas, observadas as características do produto original. (CERVESIA, c2003-2013).

No Brasil, as cervejas são classificadas em cinco diferentes características:

- Extrato primitivo: são divididos em quatro tipos:
  - Cerveja leve, extrato primitivo igual ou superior a 5% e inferior a 10,5% em peso;
  - Cerveja comum, com um extrato primitivo igual ou superior a 10,5% e inferior a 12,5% em peso;
  - Cerveja extra, com um extrato primitivo igual ou superior a 12,5% e inferior a 14% em peso;
  - Cerveja forte, apresenta um extrato primitivo igual ou superior a 14% em peso.
- Cor: medidas em unidades EBC (European Brewery Convention):
  - Cerveja clara deve conter menos de 20 unidades de EBC;
  - Cerveja escura deve conter 20 ou mais unidades de EBC.

A Figura 1 demonstra os tipos de cervejas referentes à sua cor em escala EBC (European Brewery Convention), Lovibond e SRM (Standard Reference Method). Pode-se observar que quanto mais escura é a cerveja, maior sua escala EBC, Lovibond e SRM.

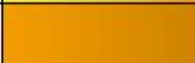
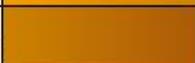
EBC	Lovibond CU	SRM	english	deutsch	Farbe	Biersorten
4 - 8	2	2	yellow straw, pale	hell		Norddt. Pilsner, Helles Lager
8 - 12	5	3 - 6	golden, pale orange	gold		Klassisches Pilsner
12 - 20	10	10	amber	bernstein		Märzen, Festbier, Pale Ale
20 - 35	16	16	light brown copper	kupfer		Klassisches Weizen, Dunkles Lager, Alt,
35 - 60	20 - 25	17	brown	braun		Dunkler Bock, dunkl. Weizen
> 60	> 30	> 35	dark brown black	schwarz		Stout, Schwarzbier, Porter

Figura 1 - Relação de cores e tipos de cervejas

Fonte: Beer Judge Certification Program Inc.(2008 apud MORGOTH, 2010).

- Teor alcoólico: divididos em cerveja sem álcool e cerveja com álcool:

Cervejas sem álcool: quando seu conteúdo em álcool for menor que 0,5% em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico (CERVESIA, c2003-2013).

Cervejas com álcool: seu percentual alcoólico for maior ou igual que 0,5% em volume, sendo obrigatória a declaração do teor alcoólico no rótulo do produto:

Cerveja de baixo teor alcoólico: com percentual maior que 0,5% até 2,0% de álcool em volume;

Cerveja de médio teor alcoólico: a que tiver percentual maior que 2,0% até 4,5% de álcool;

Cerveja de alto teor alcoólico: a que tiver mais de 4,5% até 7,0% de álcool em volume;

- Proporção de malte de cevada:

A quantidade de malte classifica a cerveja em (CERVESIA, c2003-2013):

Cerveja puro malte - aquela que possuir 100% de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

Cerveja - aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a 50%, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

Cerveja com o nome do vegetal predominante - aquela que possuir proporção de malte de cevada maior do que 20% e menor do que 50%, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares.

- Fermentação:

Alta fermentação: ao final da fermentação as leveduras têm como características flotar (emergir a superfície). Geralmente são cervejas mais escuras, com teor alcoólico mais elevado e não é filtrada ao final do processo, portanto, cervejas mais turvas. As leveduras utilizadas geralmente são do tipo *Saccharomyces cerevisiae*.

Baixa fermentação: as leveduras tem a capacidade de flocular (deposita no fundo) ao final da fermentação. As cervejas são mais claras, de médio teor alcoólico e são filtradas ao final do processo. As leveduras utilizadas nesse processo são do tipo *Saccharomyces uvarum*.

A Figura 2 apresenta um breve resumo das classificações das cervejas demonstrando os tipos de cerveja e suas origens relacionando com a cor, o teor alcoólico e o tipo de fermentação, respectivamente.

TIPOS DE CERVEJA				
CERVEJA	ORIGEM	COLORAÇÃO	TEOR ALCOÓLICO	FERMENTAÇÃO
Pilsen	República Checa	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
München	Alemanha	Escura	Médio	Baixa
Bock	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Malzbier	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Ale	Inglaterra	Clara e Avermelhada	Médio ou Alto	Alta
Ice	Canadá	Clara	Alto	-

Figura 2 - Classificação da cerveja.

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja [2007?].

## 5 PRODUÇÃO DA CERVEJA

Cerveja é uma das bebidas mais antigas produzida pelo homem. A cerveja, que deriva da palavra em latim *bibere* (beber), é uma bebida fermentada com uma história de 6000 a 8000 anos, cujo processo de elaboração, [...] tem permanecido inalterado durante séculos. (DRAGONE; SILVA, 2010)

A cevada mais utilizada provém do malte, porém segundo Dragone e Silva (2010), a legislação brasileira permite que parte do malte de cevada possa ser substituída por cereais maltados ou não, e por carboidratos de origem vegetal transformado ou não, conhecidos como adjuntos.

A indústria cervejeira brasileira ocupa o terceiro lugar no ranking de produção, ficando atrás apenas de China e Estados Unidos. De acordo com a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA (c2012) a produção é de cerca de 13 bilhões de litros/ano e o setor recolhe mais de R\$ 19 bilhões por ano.

Portanto, a cerveja é uma das principais bebidas que geram lucro, emprego e que está em ascensão no Brasil, devido ao seu baixo custo de produção, matérias primas abundantes e acessíveis, pelo fácil processamento e por gerar poucos resíduos.

### 5.1 MATÉRIA-PRIMA

Em geral, as cervejas do tipo Pilsen são derivadas de cinco matérias-primas principais: água, malte, lúpulo, leveduras e adjuntos.

Na indústria, há também a adição de aditivos para correções e controles específicos do produto, porém de maneira controlada por legislações.

A qualidade da cerveja é totalmente ligada à qualidade dessas matérias-primas. Portanto, um controle de qualidade rígido é necessário para que o produto seja fabricado com os devidos parâmetros de qualidade e que gerem lucros para a empresa.

### 5.1.1 Água

A água é a principal matéria-prima de uma indústria cervejeira, uma vez que a água perfaz no mínimo 90% do volume do produto. Uma cervejaria consome entre 5 e 10 litros de água para fabricar um litro de cerveja. (CERVESIA, c2003-2013).

A água é utilizada em várias etapas do processo de uma cervejaria, tais como: brassagem (tanques de mostura e filtração do mosto), fermentação, blendagem, caldeiras, sala de máquinas, engarrafamento, pasteurização, além de limpeza de toda a fábrica.

A água utilizada é captada de poços e passa por um tratamento para modificar suas características físico-químicas, eliminar micro-organismos indesejáveis e estar apta para a produção de cerveja.

### 5.1.2 Malte

O malte é um dos ingredientes-base de uma cerveja. É ele que irá proporcionar os açúcares na fermentação para a transformação de álcool, gás carbônico e, também dará a cor, sabor e aromas a cerveja.

A princípio, qualquer cereal pode ser utilizado como malte, desde que passe pelo processo de malteação.

Esse processo consiste em transformar internamente estes grãos, deixando-os com uma carga bastante grande de enzimas que posteriormente reduzirão o amido em açúcar, que por sua vez será o alimento do micro-organismo. (PASSARELLI, c2013). O malte mais utilizado no Brasil é o malte de cevada, pois esse malte utiliza-se em cervejas de baixa fermentação.

O processo de malteação é dividido em 4 etapas: maceração, germinação, secagem e torrefação.

Na etapa de maceração, o cereal escolhido é imerso em água e ar. Esta etapa é necessária para a limpeza dos grãos e absorção da água no cereal, essencial para a germinação.

Em um ambiente com temperatura e umidade controladas, o grão irá germinar, em um processo que leva de 4 à 6 dias.

Durante este processo, diversas ligações proteolíticas e amilolíticas são decompostas. Por meio de aeração adequada, obtém-se deste modo o malte verde, que ainda deve ser seco ou torrado. (CERVESIA, c2003-2013)

O malte é secado e depois torrado dependendo do tipo de cerveja que irá ser produzida. Após esse processo o malte é transportado para a cervejaria onde será armazenado para os devidos fins.

A Figura 3 mostra alguns tipos de maltes básicos, relacionando com a cor da cerveja em escala EBC e LOVIBOND e algumas observações importantes.

MALTE	COR EBC	LOVIBOND	OBSERVAÇÕES
CHÂTEAU PILSEN	2,5 a 3,5	1,4 - 1,8°L	Malte claro destina-se a cervejas do tipo Pilsen. Serve também como malte base para outros tipos de cerveja.
CHÂTEAU PEATED (DEFUMADO)	5	-	Poderia ser definido como um malte especial, porém por se tratar de um malte pilsen que no final do processo é defumado foi incluído aqui.
CHÂTEAU VIENNA	5 - 7	2,3 - 3,1°L	Produz um sabor mais forte de malte e grãos que o malte Pilsen e adiciona aromas sutis de caramelo e toffee. O malte Château Vienna proporciona uma cor dourada mais profunda à cerveja, tornando-a, ao mesmo tempo, mais encorpada e completa.
CHÂTEAU PALE ALE	7 - 9	3,1 - 3,8°L	Geralmente usado como malte base ou em combinação com malte Château Pilsen 2RS para produzir um sabor de malte mais forte e cor adicional. Por ter uma cor mais intensa, este malte pode adicionar um tom dourado ao mosto.
EXTRATO	3 - 1000	-	Existe o extrato de malte líquido ou em pó feito de cevada, não necessitando mais serem submetido ao processo de mosturação. Necessita-se somente diluição na proporção recomendada, adicionar o lúpulo, ferver e resfriar o mosto que ele já está pronto para receber o fermento.
CHÂTEAU WHEAT BLANC (TRIGO CLARO)	3,5 - 5	1,8 - 2,3°L	Aprimora o sabor peculiar das cervejas de trigo. O malte Château Wheat Blanc é essencial na fabricação de cervejas de trigo, mas também é usado (3- 5%) em cervejas comuns graças à sua proteína que proporciona à cerveja uma sensação encorpada na boca e aprimora a estabilidade do colarinho da cerveja.
CHÂTEAU MUNICH WHEAT (TRIGO ESCURO)	15	6,1°L	Sua cor não é particularmente escura, mas o sabor é mais rico que o do malte Château Wheat Blanc padrão. Você terá uma cerveja mais esguia e gasosa com um aroma típico de ale.
EXTRATO TRIGO	DE <sub>3</sub> - 6	-	Como no Extrato de Malte, não necessita mais ser submetido ao processo de mosturação.

Figura 3 – Tipos de malte para a produção de cervejas.  
Fonte: Cerveja (c2009)

### 5.1.3 Lúpulo

O lúpulo utilizado em uma cervejaria é uma planta de nome *Humulus Lupulus*. Segundo Seasons [2010?], a planta é dioica, ou seja, existe tanto como macho ou fêmea, mas apenas a fêmea é utilizada na produção de cerveja.

Basicamente, o lúpulo é utilizado apenas para dar a cerveja o amargor característico em que diferencie uma cerveja de outra.

O lúpulo contém diversas resinas e óleos onde se destacam principalmente uma: o ácido alfa. Este ácido é o responsável pelo amargor da cerveja. Por isso quanto maior o seu percentual, maior o poder de amargor do lúpulo. (CERVEJA, c2009).

O lúpulo mais utilizado em cervejarias está em forma de *pellets*, que não é nada mais que a planta prensada, o que facilita no transporte e ocupa menos espaço quando estocados, mas também pode ser utilizada a planta in natura.

A Figura 4 demonstra os tipos de lúpulo utilizados nas indústrias de cervejas e algumas observações importantes para sua utilização.

FORMA	OBSERVAÇÕES
EM FLOR	Os lúpulos em flor são os cones naturais do lúpulo que foram secados e fardados. Pode-se argumentar que essa forma é a mais inconsistente, volumosa, de péssima estocagem, além de ser a mais ineficiente de todas na fabricação de cerveja, pois o lúpulo sofre oxidação e tem um tempo de validade curto, perdendo suas propriedades. Mesmo assim, ainda existem algumas cervejarias e cervejeiros pelo mundo afora afirma ter preferência por um produto 100% natural.
PELLETS T-90	"Pellets" de lúpulo são basicamente lúpulos em flor que foram moídos e depois prensados em forma de pequenos cones. Os lúpulos moídos se mantêm unidos nestes pequenos cones comprimidos, por causa da resina natural do lúpulo. Nenhum aditivo é colocado num "pellet" padrão T-90. Esse produto é acondicionado então em uma embalagem fechada a vácuo ou em atmosfera de nitrogênio. A maior vantagem é menos espaço para armazenagem e melhor consistência e preservação das suas propriedades por mais tempo. A desvantagem geralmente citada é que a moagem para criação dos cones altera parcialmente o comportamento dos lúpulos o que pode resultar na alteração do sabor da cerveja.
PELLETS T-45	Similares aos pellets padrão T-90, porém no seu processo de criação há uma maior separação matéria vegetal e uma prensagem que eleve a concentração de ácidos alfa para um patamar padrão, de acordo com as especificações do comprador. Esta forma é utilizada para gerar, independentemente do ácido alfa obtido daquela safra, um percentual padrão entre as colheitas.
EXTRATO	Muitas cervejarias espalhadas pelo mundo usam uma forma liquefeita de

	lúpulos chamada de extrato de lúpulo. Basicamente esse processo remove a resina da matéria vegetativa do lúpulo. Existem muitas variedades desse produto. As vantagens são a consistência, menor espaço de estocagem, deterioração mínima e maior utilização. Uma desvantagem é que o lúpulo foi alterado em sua essência.
ESSÊNCIAS	Alguns outros produtos são os óleos essenciais de lúpulo e as essências. Como a indústria cervejeira está evoluindo, muitos desses produtos estão ganhando evidência. Estas formas nada mais são do que componentes extraídos do lúpulo, refinados ou concentrados.

Figura 4 – Tipos de lúpulo utilizado nas cervejarias  
Fonte: Cerveja (c2009)

#### 5.1.4 Leveduras

As leveduras ou fermento são fungos, de única célula (unicelulares), não são vistas a olho nu, obtém a energia necessária em presença de oxigênio (meio aeróbio) através da respiração ou sem a presença de oxigênio (meio anaeróbio) através da fermentação.

Trata-se de um micro-organismo que consome os açúcares presentes no mosto e liberam álcool e gás carbônico. Algumas cepas de fermento produzem também ésteres que dão um acabamento na cerveja. (CERVEJA, c2009).

A célula de fermento é ovalada, variando suas dimensões de 5 a 10  $\mu\text{m}$  só podendo ser observado em microscópios, como mostra a Figura 5.

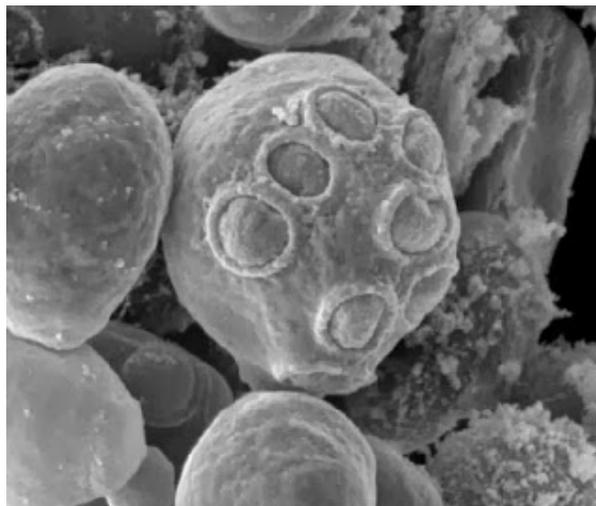


Figura 5 - Imagem microscópica de uma levedura do tipo *Saccharomyces*  
Fonte: Santos [2013?]

As leveduras mais utilizadas no processo são as *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces pastorianus* ou *Saccharomyces bayanus*.

O fermento puro é aquele proveniente de uma mesma origem, sem nenhum tipo de mutação misturada e principalmente nenhum contaminante presente, tais como bactérias ou leveduras selvagens.

As leveduras cervejeiras são divididas em dois grupos: leveduras de alta fermentação e leveduras de baixa fermentação.

As leveduras de alta fermentação têm como característica emergir a superfície ao final da fermentação e produzir cervejas mais escuras e com maior teor alcoólico que as de baixa fermentação.

As leveduras de baixa fermentação têm como característica ficar no fundo dos tanques após a fermentação e produzir cervejas mais claras e de teor alcoólico mais baixo.

### 5.1.5 Adjuntos

Os adjuntos têm como função repor ou compensar alguma fonte de nutrientes ou açúcares do malte.

Podem ser adicionados como líquidos ou sólidos. Os líquidos são os xaropes ou melados e são adicionados no mosto na fase de fervura. Já os sólidos são na forma de farinha ou flocos e adicionados antes do preparo do mosto.

Os adjuntos sólidos mais utilizados são o milho, o trigo e o arroz, já o líquido é o xarope de alta maltose.

- Milho: Em cervejarias o milho mais encontrado é em forma de griz de milho, mas podendo se encontrar na forma refinada, porém devido ao seu menor custo o griz seja mais viável.

Porém apesar de uma boa escolha para a reposição de amido provindo do malte, D`avila et.al. (2012, p. 63) cita que “[...] o milho contém um teor de gordura alto, de 4,6%, o que constitui um problema devido à possibilidade de rancificação, que interfere na estabilidade do paladar e na espuma da cerveja.”

- Trigo: Cervejas com adição de trigo são menos comuns no Brasil, pois o trigo é um componente mais comum em cervejas do tipo *Weizenbier*.

Segundo D`avila et. al (2012, p. 63):

O trigo não deve ser utilizado como adjunto em proporções elevadas, uma vez que aumenta o teor de arabinoxilanos no mosto, que

possuem peso molecular superior aos encontrados no malte de cevada, o que aumenta sua viscosidade e diminui a eficiência da filtração.

- Arroz: O arroz é um dos adjuntos mais utilizados em cervejarias, mais precisamente o segundo mais utilizado, devido ao seu alto teor de amido e seu sabor suave.

Segundo Sleiman et.al (apud D`AVILA et al. 2012, p. 64):

4,3% das cervejas Pilsen comerciais brasileiras analisadas apresentam o cereal na composição, sendo que uma apresentava mais de 50% de arroz como fonte de carboidratos, o que não é permitido pela legislação.

- Xarope de alta maltose: Tal adjunto é o mais utilizado nas indústrias cervejeiras, devido a sua fácil manipulação, por ser líquido e eliminar uma série de processos para sua utilização.

Segundo Sleiman e Venturini Filho (2008 apud D`avila et.al, 2012, p. 66):

O xarope de alta maltose é o mais utilizado pela indústria cervejeira nacional, pois sua composição de açúcares é semelhante à obtida em cervejas com 100% de malte e a fermentabilidade é equivalente às cervejas que utilizam griz de milho ou arroz.

### 5.1.6 Aditivos

Os aditivos têm como função retardar algum tipo de reação, estabilizar alguma característica do produto ou até mesmo dar um determinado caráter organoléptico ao produto, entre outros aspectos.

Os aditivos mais utilizados em indústrias cervejeiras são: estabilizantes de espuma, antioxidantes e acidulantes.

- Estabilizantes de espuma: os mais utilizados nas cervejarias são os alginatos. Eles têm a propriedade de aumentar a viscosidade, mantendo as características físicas das emulsões e suspensões, fazendo com que a espuma demore mais tempo para dissolver aumentando o frescor da cerveja.

Porém, o uso de estabilizante de espuma não corrige os efeitos prejudiciais à qualidade da espuma, decorrentes de operações anteriores mal conduzidas.

- Antioxidantes: O oxigênio é um componente indesejável na cerveja em altas concentrações, devido ao seu fator de deterioração das gorduras dos alimentos e bebidas.

Os antioxidantes são substâncias redutoras que eliminam ou diminuem o oxigênio, aumentando a vida de prateleira das cervejas.

- Acidulantes: Segundo BRASIL (1997b), “definem-se acidulantes como toda a substância que aumenta a acidez ou confere um sabor ácido aos alimentos.”

Os acidulantes têm como princípio apenas dar um caráter ácido atuando como um adjunto de sabor e aroma à cerveja.

Portanto, a dosagem [...] de aditivos na filtração da cerveja é de suma importância para que as características de qualidade de cerveja sejam asseguradas (estabilidade de espuma, físico-químicas) (CERVESIA, c2003-2013).

## 6 PROCESSOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

O processo de fabricação da cerveja é dividido em várias etapas, são elas: moagem do malte, preparo do mosto, filtração do mosto, fervura do mosto, tratamento do mosto, resfriamento do mosto, aeração, fermentação, maturação, filtração e envase.

A figura 6 demonstra um fluxograma simplificado de uma indústria cervejeira, mostrando cada etapa e as matérias primas utilizadas nas mesmas.

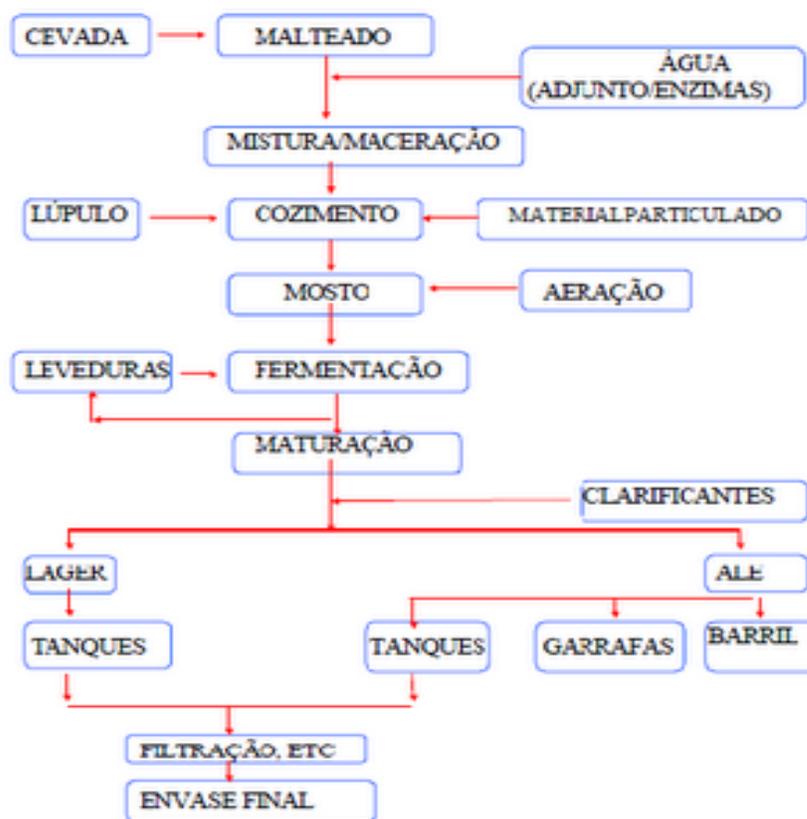


Figura 6 – Fluxograma de uma indústria cervejeira  
Fonte: Cristina [2011?]

### 6.1 MOAGEM DO MALTE

O principal objetivo da moagem do malte é reduzir o grão para que aumente sua superfície de contato, aumentando assim a eficiência da ação enzimática na etapa de mosturação, atuando na desintegração completa do endosperma.

A operação de moagem do malte é de extrema importância para o bom desempenho da etapa de fabricação do mosto.

Segundo Dragone e Silva (2011) o objetivo da redução do grão é o de romper o grão em sentido longitudinal, expondo o endosperma; desintegração total do endosperma para a atuação enzimática e a produção de farinha com granulometria muito fina, evitando a formação de substâncias que possam produzir um excesso de pasta dentro da solução.

A moagem do malte é feita através de moinhos, como exemplo o moinho de martelos que permite uma moagem extremamente fina do malte, ou até mesmo o moinho de Maischomat, que permite uma moagem úmida do malte.

## 6.2 PREPARO DO MOSTO

A etapa seguinte à moagem do malte é a mosturação. Nesta fase ocorrem importantes transformações nos componentes do grão moído. Dentre estas transformações estão a ativação enzimática (quebra de proteínas e amido), e sua posterior inativação.

O objetivo da mosturação é a de solubilizar as substâncias contidas no malte em água, com o auxílio de enzimas e principalmente promover a hidrólise do amido em açúcares menores, servindo como alimento para a levedura.

Segundo Dragone e Silva (2011, p. 29) “a ação das enzimas produz um mosto que contém de 70-80% de carboidratos fermentescíveis, incluindo glicose, maltose e maltotriose.”

O preparo do mosto tem que ocorrer respeitando o tempo de repouso, temperaturas corretas e pH ajustado para que as enzimas atuem, portanto um controle rígido de tais fatores devem ser feito para que o mosto tenha condições adequadas para ser utilizado no processo.

A preparação do mosto ocorre em um tanque, denominado tina de mostura, onde são adicionados o malte moído, água cervejeira, enzimas, calor provindo de vapor e ácido para a correção do pH.

A Figura 7 mostra uma relação entre temperatura e tempo de repouso com os processos enzimáticos de um processo de mosturação.

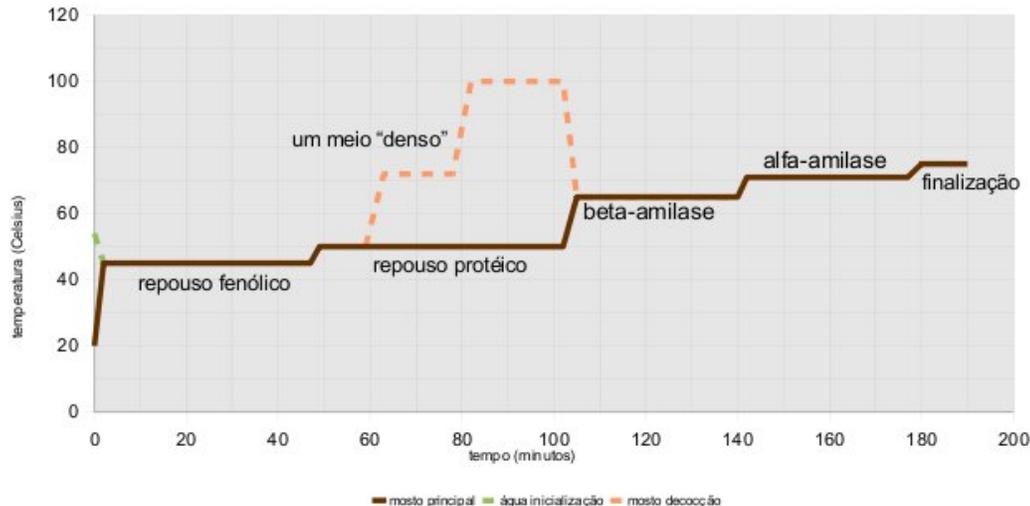


Figura 7 – Relação temperatura x tempo de repouso do processo de mosturação  
Fonte: Rosa (2004).

Após a completa hidrólise do amido, a temperatura de 72 °C é elevada para 76 °C para a inativação das enzimas.

Após o processo de mosturação todo o volume da tina de mostura é levado para um filtro, iniciando o processo de filtração do mosto.

### 6.2.1 Filtração do mosto

O mosto, após o processo de mosturação, tem que passar por um tanque de filtração chamado de tina de filtração para que sejam separadas as substâncias solúveis das insolúveis.

A etapa da filtração ocorre na tina de filtração, que é um tanque de aço inoxidável com um agitador. A filtração ocorre de maneira que a própria casca do malte sirva como meio filtrante. (DRAGONE E SILVA, 2011)

Complementando o processo de filtração, utiliza-se certa quantidade de água à aproximadamente 75°C (DRAGONE E SILVA, 2011), e revolve-se o bagaço tantas vezes quantas for necessário, de modo a obter o máximo em extrato, sem comprometer a qualidade do mosto. (CERVESIA, c2003-2013)

### 6.2.2 Fervura do mosto

Após o processo de filtração, o mosto é transferido para um tanque para o cozimento, com o objetivo de concentrar o mosto, evaporando a água excedente; inativar as enzimas e eliminar substâncias voláteis indesejáveis.

Nesta etapa o lúpulo, que é responsável pelo aroma é adicionado, pois a reação de isomerização dos alfa-ácidos para alfa-iso-ácidos irá ocorrer nesta etapa.

“Quando se usa adjunto na forma de açúcar (xarope ou cristalizado), este deve ser acrescentado nesta etapa, na proporção em que se deseja ajustar a concentração final de açúcar do mosto.” (DRAGONE E SILVA, 2011, p. 30)

O cozimento é feito em aproximadamente 98°C por cerca de 60 a 90 minutos, para que a concentração de açúcar fermentescível seja atingida para posterior fermentação.

Após o cozimento, o mosto é denominado de “mosto pronto” e necessita de um tratamento para que a fermentação seja correta e eficaz.

### 6.3 TRATAMENTO DO MOSTO

Para que ocorra a fermentação, o malte necessita de cinco operações muito importantes, denominadas de retirada do “trub” quente, resfriamento do mosto e aeração do mosto, retirada do “trub” frio e recebimento do mosto aerado.

- Retirada do “trub” quente

O “trub” quente é nada mais que o precipitado insolúvel do mosto a quente. Ele é composto de flocos de proteínas coaguladas, compostos orgânicos, que precipitaram após o cozimento do mosto.

Essa operação é feita para que não haja uma contaminação da levedura, gere uma coloração mais escura, haja alteração da espuma e do paladar.

- Resfriamento do mosto

O mosto deve ser resfriado e é enviado para a dorna de fermentação, dando a levedura uma condição favorável para que ocorra a fermentação.

O mosto troca calor com a água fria. Após a troca de calor a água quente que sai dos trocadores pode ser utilizada no preparo da mostura ou na lavagem do bagaço de malte, enquanto o mosto sai frio. Segundo Dragone e Silva (2011) “[...] o mosto da cerveja tipo *Lager* é resfriado a uma temperatura entre 7 e 15°C e a do tipo *Ale* é resfriado em média entre 18 e 22°C.”

- Aeração do mosto

A levedura necessita de oxigênio para sua propagação, por isso a necessidade de injetar oxigênio no mosto.

Porém, uma aeração excessiva pode acarretar sérios problemas no produto final, pois o oxigênio é o elemento que mais impacta na qualidade da cerveja.

Portanto, o ar injetado no mosto deve estar absolutamente estéril e em bolhas finas para que ocorra uma melhor absorção.

O ar é injetado na saída dos trocadores de calor e o mosto é transferido para os tanques de fermentação, iniciando tal processo.

- Retirada do “trub” frio:

O “trub” frio é formado de partículas que se tornaram insolúvel quando há o resfriamento do mosto.

Essa retirada é de grande importância para o processo, pois esse “trub” poderá impactar negativamente na qualidade da cerveja.

- Recebimento do mosto aerado:

O mosto aerado é um líquido rico em nutrientes, como os açúcares, os lipídeos, as proteínas e aminoácidos, entre outros componentes.

Os açúcares é o principal nutriente do mosto. Eles que iram dar origem ao álcool e o gás carbônico.

Os lipídeos são fundamentais na multiplicação celular. As proteínas influenciam na espuma e no paladar da cerveja. Os aminoácidos também é um componente da membrana celular, o que influencia na multiplicação das células.

O mosto aerado é recebido nas dornas de fermentação. O processo de fermentação mais comum é por batelada, porém há também o processo contínuo de fermentação, que tem a mesma finalidade.

Nesta etapa, tem-se que haver o máximo de cuidado, pois o mosto está frio e com condições adequadas para a proliferação de bactérias e leveduras selvagens. Portanto nessa etapa é fundamental que a assepsia seja feita com extremo rigor.

## 6.4 FERMENTAÇÃO

A fermentação é a etapa mais importante do processo de produção da cerveja, pois é nesta etapa que ocorre a transformação do mosto em cerveja.

Também nesta etapa se formam a maioria dos compostos responsáveis pelo aroma e paladar da cerveja.

A reação da fermentação da cerveja é igual a praticamente todas as reações de fermentação de outras bebidas. A levedura transforma o açúcar em álcool, gás carbônico e energia.

A Figura 8 mostra a reação de uma fermentação alcoólica em meio anaeróbico.

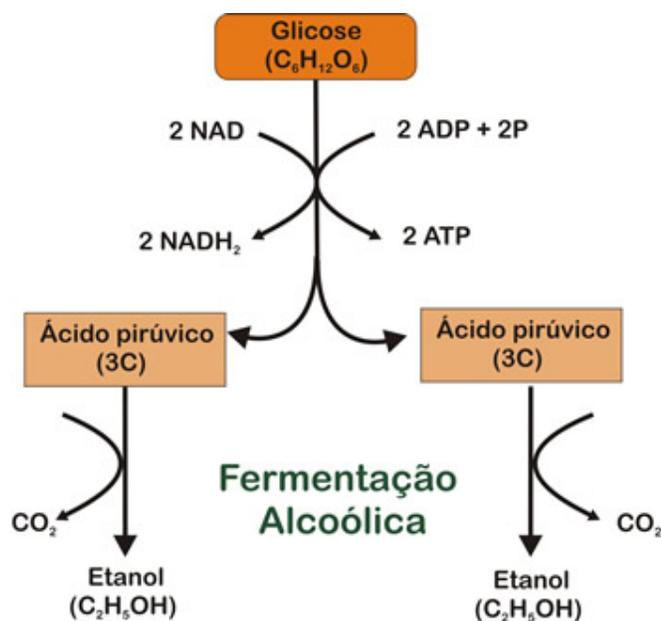


Figura 8 – Reação completa uma fermentação alcoólica  
Fonte: Fermentação (c2008-2013)

A glicose é consumida pelo micro-organismo transformando-a em ácido pirúvico, liberando energia na forma de ATP e NADH<sub>2</sub>, posteriormente esse ácido pirúvico é transformado em etanol liberando o gás carbônico,

“Todos os carboidratos fermentescíveis (maltose, maltotriose, glicose, etc.) são metabolizados pela levedura alcoólica.” (DRAGONE E SILVA, 2011).

As leveduras utilizadas dependem do tipo de cerveja que serão feitas. As leveduras do tipo *Saccharomyces cerevisiae*, são do tipo de alta fermentação, portanto produzem cervejas do tipo “Lager”. Já as leveduras do tipo *Saccharomyces uvarum* são do tipo de baixa fermentação, produzindo cervejas do tipo “Ale”.

Para garantir sempre as mesmas características da cerveja, é fundamental a utilização do fermento puro.

O fermento puro é aquele proveniente de uma mesma origem, sem nenhum tipo de mutação e principalmente nenhum contaminante presente, tais como bactérias ou leveduras selvagens.

Porém, podem-se utilizar culturas de leveduras que já foram utilizadas no processo, com o máximo de cinco ciclos ou dependendo até menos, se a levedura contiver contaminante, mas somente é utilizado se elas forem tratadas com soluções ácidas.

O processo de fermentação possui varias etapas e reações, tais como: dosagem do fermento, multiplicação celular, formação de álcool e gás carbônico, formação e redução do Diacetil e a recolha do fermento.

- Dosagem do fermento:

A dosagem do fermento varia de acordo com o tipo de cerveja que deseja ser feita, também com a concentração do mosto.

O melhor momento a se dosar o fermento é logo no início da fermentação, quando o mosto está entrando no tanque.

Antes um controle de qualidade deve ser feito para que o fermento esteja adequado para o processo

- Multiplicação celular:

Nas primeiras 10 a 18 horas o fermento se duplica, não há formação de espuma e o gás carbônico começa a se formar. É chamado fase de adaptação ou fase de multiplicação celular.

- Formação de álcool e gás carbônico:

Nesta fase o fermento triplica, há uma maior formação de gás carbônico e álcool, inicia-se a formação de espuma, fase esta que dura cerca de 2 dias

- Formação e redução do diacetil:

É a fase mais intensa da fermentação, durando cerca de 3 dias. O gás carbônico está em máxima formação, a camada de espuma atinge alturas de até 50 cm.

“As dicetonas são produzidas e depois reduzidas pela levedura durante a fermentação [...]” (DRAGONE E SILVA, 2011, p. 32).

- Final da fermentação:

Os trissacarídeos começam a ser consumidos e a camada de espuma começa a cair, finalizando o processo de fermentação.

Após o término, o fermento decantado ou na parte superior é levado à centrífuga, para a separação da levedura com a cerveja que foi arrastada.

A cerveja denominada “cerveja verde” é transferida para outro tanque, onde começará o processo de maturação.

## 6.5 MATURAÇÃO

A maturação é o processo mais simples, porém um dos mais importantes da produção de cerveja.

É na maturação em que ocorre a continuação da fermentação, por tal motivo que o processo de maturação é chamado de fermentação secundária.

Segundo Dragone e Silva (2011, p. 31): “Um composto chave que ocorre na maturação é o diacetil que também é formado como subproduto na fermentação principal.”

Outro composto formado na maturação é a redução na concentração de ácido sulfídrico. Portanto, a maturação é uma etapa de continuação da fermentação, pois ocorrem várias reações e nesta etapa que a cerveja ganha o chamado “corpo”.

A maturação é um processo em que a cerveja repousa durante entre 5 a 15 dias, dependendo do tipo de cerveja, a uma temperatura de 0°C.

Completando o processo a cerveja é transferida para a etapa de filtração.

## 6.6 FILTRAÇÃO

A filtração é a última fase do processo cervejeiro onde a qualidade pode ser influenciada. A partir desta etapa só serão feitas ações preventivas, mantendo a qualidade alcançada.

O objetivo da filtração é tornar a cerveja mais límpida e cristalina, retirando partículas que deixam a cerveja com uma aparência turva, onde ajudará na estabilidade microbiológica, físico-química e organoléptica.

O processo mais utilizado na filtração é o da filtração por terra diatomácea, como filtração primária e, filtração com um meio filtrante à base de um tipo de polímero.

No processo de filtração, Trommer (2010) cita que há 2 tipos de filtros: filtros de placa e filtros de velas. Os filtros de placas podem ser de placas verticais ou horizontais, já o de velas é mais moderno e econômico.

A cerveja que sai do processo de fermentação entra nos filtros e a terra diatomácea é dosada junto. Nos filtros ocorrem três processos de filtração como a filtração de superfície, que retém as partículas maiores, filtração por profundidade, que retém partículas médias e a filtração com adsorção de partículas, onde retém partículas menores.

Na filtração por polímero, a cerveja entra nos filtros junto com o polímero e consiste no mesmo processo da filtração por terra diatomácea.

A partir destes processos a cerveja sai límpida e cristalina e é levada para a carbonatação (dosagem de CO<sub>2</sub>), blendagem (adição de água), para que seja diferenciada uma cerveja de outra. No término, é levada para tanques denominada adega de pressão, onde a cerveja é bombeada para as linhas de envase.

## 6.7 ENVASE

O processo de envase é a última etapa do processo cervejeiro. Nesta etapa a cerveja será envasada em barris, latas ou garrafas.

Nenhuma correção é feita nesta etapa, apenas o cuidado para que a cerveja não tenha problemas de qualidade, como aumento de oxigênio nas garrafas, latas e barris; CO<sub>2</sub> seja incorporado; garrafas sujas.

Após a limpeza, as latas ou garrafas seguem para as enchedoras, onde serão cheias com a cerveja que foi bombeada da adega de pressão, depois recravadas ou arrolhadas, seguindo para os pasteurizadores.

Segundo SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA [2007?] “a pasteurização nada mais é que um processo térmico no qual a cerveja é submetida a um aquecimento a 60°C e posterior resfriamento.”

Os barris não recebem esse processo, portanto tem vida útil em torno de 10 dias se mantidos resfriados.

A cerveja passa pelo pasteurizador onde a temperatura é aumentada gradativamente até 60°C e depois resfriada gradativamente até em torno de 36°C.

Após esta etapa a cerveja é rotulada, codificada, encaixotadas, e mandadas para estocagem para seguir para o consumidor final.

## 7 ÁGUA NO PROCESSO CERVEJEIRO

A água é a principal matéria prima do processo cervejeiro, pois ela é utilizada em trocadores de calor, limpeza, assepsia de tanques, além de ser utilizada para a produção, pois a cerveja é constituída quase totalmente de água.

Para que se tenha água em abundância uma indústria cervejeira tem a necessidade de ser instaladas perto de locais com uma grande demanda de água, para que sejam feitos poços para captação e bombeados para sua Estação de Tratamento de Água (ETA).

Para a produção de cerveja, segundo Nahas (2009):

A água além de ser inodora, incolor e de sabor neutro deve apresentar ausência bacteriológica e de impurezas orgânicas. Para adquirir estas características, a água cervejeira passa por um processo de tratamento específico.

Este tratamento é realizado nas estações de tratamento de água. Primeiramente, a água passa por um processo de correção de seu pH, com ácido clorídrico ou soda caustica.

Após esse processo, é adicionado floculante na água, a fim de eliminar qualquer tipo de substâncias que estejam em suspensão.

A água que sai do floculador passa em seguida por um processo de sedimentação no decantador, onde as partículas maiores se precipitam. A água tratada segue para um filtro de areia. (CERVESIA, c2003- 2013)

Após a retirada de partículas finas, pelos filtros de areia, a água passa por um processo de desinfecção, para manter a água isenta de microrganismos indesejáveis, com a adição de agentes desinfetantes como o cloro ou dióxido de cloro.

Em seguida, a água tratada é enviada para os pontos de utilização (CERVESIA, c2003-2013).

## 8 CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA CERVEJEIRA

Para que a água seja utilizada na indústria, análises são realizadas a fim de expressar qualitativamente e quantitativamente a qualidade da água que irá ao processo.

O laboratório de controle de qualidade realiza análises para o controle de parâmetros; sendo que são feitas correções no tratamento da água que irá para o processamento da cerveja.

A Tabela 1 demonstra alguns parâmetros de algumas cervejarias e suas especificações necessárias para que a água seja utilizada no processamento da cerveja.

Tabela 1 – Parâmetros da água cervejeira.

Parâmetro	Unidade	Especificação
pH	pH	6,5 – 8,0
Turbidez	NTU	menor que 0,4
Matéria orgânica	(mg O <sub>2</sub> cons./l)	0 - 0,8
Dureza total	(mg CaCO <sub>3</sub> /l)	18,0 - 79,0
Alcalinidade	(mg CaCO <sub>3</sub> /l)	0,8 - 25,0
Cloretos	(mg Cl/l)	1 – 20
Nitratos	(mg NO <sub>3</sub> /l)	Ausência
Nitritos	(mg NO <sub>2</sub> /l)	Ausência
Ferro	(mg Fe/l)	Ausência
Amoníaco	(mg N/l)	Ausência

Fonte: Cervesia (c2003-2013).

Nota: Adaptado pelo autor.

O laboratório de controle de qualidade analisa os parâmetros contidos na Tabela 1, e tais análises são de extrema importância, pois cada elemento citado pode ocasionar um tipo de risco para o processo da cerveja, ou até mesmo uma deficiência de processo, ou influenciar na característica organoléptica da cerveja. Portanto, é necessário o conhecimento de tais parâmetros para agir e sanar problemas que possam ocorrer.

Os principais parâmetros de qualidade de água que necessitam ser controladas são:

- PH:

O pH da água, no efluente e nos processos intermediários de tratamento de água, é a medida que possibilita a identificação das características ácida ou alcalina, conferidas à mesma em maior ou menor intensidade. Estas características são

impostas pela presença de algumas substâncias em solução, como ácidos, bases, sais ácidos ou básicos, ou ainda pela presença de gases dissolvidos.

De modo geral, águas de pH baixo tendem a ser corrosivas ou agressivas a superfícies metálicas, de concreto e cimento-amianto, enquanto que águas com pH elevado tendem a formar incrustações.

O valor do pH é uma medida de grande importância não só na avaliação das tendências corrosivas ou incrustantes das águas, mas também na condução do tratamento de águas de abastecimento, visto que interfere nos processos de coagulação, floculação e desinfecção.

- Turbidez:

Materiais em suspensões como argila, sílica, matéria orgânica e inorgânica, são os principais causadores de turbidez na água, desde suspensões grosseiras ou até mesmo partículas coloidais.

A presença destas substâncias provoca a dispersão e absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa.

A ocorrência de turbidez na água filtrada pode indicar fendas no filtro de areia, precipitação de flocos coagulados ou coagulação incompleta.

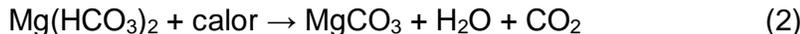
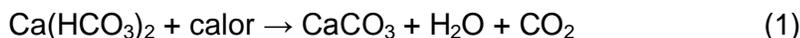
A determinação da turbidez permite evidenciar alterações na qualidade “in natura”, bem como controlar a eficiência do processo de decantação e de filtração indicando, em geral, o momento em que se faz necessário proceder a lavagem dos filtros, bem como, se a dosagem de produtos aplicados está coerente com as necessidades da água em tratamento.

- Alcalinidade:

A alcalinidade é originada, principalmente por carbonatos e bicarbonatos de cálcio e magnésio, potássio e sódio.

A alcalinidade superior a 100 ppm eleva o pH do mosto, aumentando a proporção dextrina/maltose, produzindo uma quantidade menor de açúcares fermentáveis, e liberando grande quantidade de matéria nitrogenada não degradável, ocasionando perda de extrato. O íon bicarbonato, pelo aumento do pH, induz ao aumento da extração de substâncias amargas de lúpulo, da coloração e da extração de fenóis.

As reações 1 e 2 ocorridas na mosturação são:



- Dureza:

A presença de íons metálicos como magnésio, bário, cálcio e estrôncio, pode conferir à água a característica de “água dura”. As concentrações mais significativas são o cálcio e o magnésio, sendo assim, a soma de ambas as concentrações define a dureza total, expressa em miligramas de carbonato de cálcio por litro.

A dureza elevada aumenta a probabilidade da ocorrência de incrustações nas tubulações e instalações industriais.

Em cervejarias, a dureza correlaciona diretamente com o pH do mosto. As combinações de cálcio e magnésio na forma de carbonatos e bicarbonatos agem elevando o pH da água cervejeira e, conseqüentemente do mosto. Já tais combinações nas formas de fosfatos, cloretos, nitratos e sulfatos, agem diminuindo o pH da água, conseqüentemente do mosto.

O método mais utilizado para a determinação de dureza em água é o método titulométrico.

- Ferro:

O ferro é encontrado em quase todos os tipos de poços, represas e galerias de captação de água, quase sempre em conjunto com o manganês, nas formas, solúvel, coloidal, complexado com substâncias orgânicas e inorgânicas, ou suspenso em partículas de sílica e argila.

Quando a água se enriquece de oxigênio, o ferro se torna mais visível devido à reação de oxidação do ferro do estado ferroso a férrico, tornando à água com uma coloração marrom.

Em cervejarias, a presença de ferro em concentrações altas pode acarretar em um aumento de cor e impedindo a completa sacarificação do mosto, acelerando a degeneração do fermento, aumentando a turbidez, conferindo um sabor amargo e metálico à cerveja.

Em contrapartida, o ferro presente na água cervejeira em baixa concentração, funciona como micronutriente, influenciando positivamente o processo, estimulando a reprodução celular, acelerando as reações de oxi-redução da cadeia respiratória e inibindo a autólise do fermento.

Existem vários métodos que permitem a determinação do teor de ferro em águas. Dentre todos, o método da orto-fenantrolina é o mais empregado, por ser mais simples.

- Nitratos:

O nitrato ocorre em quantidades pequenas em águas superficiais e pode atingir níveis elevados em águas subterrâneas em razão de contaminações ambientais, como esgotos e produtos orgânicos de adubação.

Esta é uma análise muito importante, pois concentrações altas de nitratos, tanto sob a forma de  $\text{NO}_3$  quanto na forma de nitrogênio, podem ser causadores de meta hemoglobina em crianças.

No processo de fabricação da cerveja, os nitratos tem papel de inibidores do processo fermentativo.

- Nitritos:

O nitrito é o estado de oxidação intermediária do nitrogênio, resultante tanto da oxidação da amônia pelas Nitrosomonas em condições anaeróbicas, como da redução dos nitratos em condições aeróbicas.

Sua presença nas águas em geral pode ser oriunda de condições microbiológicas inadequadas, e também de contaminação por sistemas de utilidades onde o nitrito é largamente empregado como inibidor de corrosão.

Independente da origem, a presença de nitritos é um indicativo de contaminação e deve ser controlada em diversas etapas, desde a captação da água, durante seu tratamento até sua utilização no processo produtivo, uma vez que este apresenta elevada toxidez ao fermento, podendo, em altas concentrações, até mesmo inibir a fermentação.

O método utilizado para a análise é feito através do método espectrofotométrico.

- Amoníaco:

A existência de nitrogênio amoniacal é inconveniente, pelo ponto de vista para a potabilidade da água, pois o mesmo é proveniente da decomposição de substâncias orgânicas nitrogenadas.

Em alguns casos, como por exemplo, nas águas de alto teor de ferro, o amoníaco pode aparecer através da redução do nitrato.

O método utilizado é por espectrofotometria.

- Matéria orgânica:

O conhecimento da matéria orgânica serve como um indicador da qualidade da água a ser tratada e a efetividade do processo de tratamento aplicado. A água é propícia ao desenvolvimento de microrganismos, tais como bactérias, leveduras, mofos, algas e protozoários, alterando sua qualidade.

A presença de matéria orgânica na água, usada no engarrafamento, poderá causar espuma desnecessária na enchedora e, portanto perda de gás carbônico na abertura da garrafa.

- Cloretos:

Os íons cloretos estão presentes nas águas naturais em quantidades variáveis, pois são influenciados pelas condições geológicas e ambientais.

Na cerveja o íon cloreto, na forma de NaCl, torna-a mais suave e encorpada, enquanto que altas concentrações, conferem um gosto “salgado” ao produto.

Há também o íon cloreto na forma de cloreto de Ca, Mg e Na na fermentação, onde dependendo da concentração poderá alterar o processo de fermentação deixando-o muito lento. Em concentrações muito elevadas, os íons cloretos têm efeito tóxico, podendo matar as leveduras.

## **9 CONCLUSÃO**

Conclui-se que a água por ser a principal matéria prima, necessita de um controle de qualidade rígido para que esta não venha acarretar problemas em instalações e tubulações, se tenha um produto final satisfatório e que não interfira negativamente no processo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERVEJA, A cerveja: Contribuição econômica, no ritmo do Brasil. **CervBrasil**, c2012. Disponível em: <<http://www.cervbrasil.org.br/a-cerveja/contribuicao-economica/>>. Acesso em: 20 out. 2013.

BRASIL. Decreto n.2.314, de 04 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Receita Federal**, Brasília, DF, 05 set. 1997a. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/Decretos/Ant2001/Ant1999/Dec231497.htm>>. Acesso em: 13 out. 2013.

BRASIL. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária**, Brasília, DF, 27 out. 1997b. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d1b6da0047457b4d880fdc3fbc4c6735/PORTARIA\\_540\\_1997.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d1b6da0047457b4d880fdc3fbc4c6735/PORTARIA_540_1997.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 01 nov. 2013.

CERVEJA, Como fazer. Matérias-Primas. **Como fazer cerveja**, c2009. Disponível em: <[http://comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID\\_CONTEUDO=14](http://comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=14)>. Acesso em: 25 out. 2013.

CERVESIA. **Cervesia**, c2003-2013. Apresenta informações sobre o processo de fabricação da cerveja. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br>>. Acesso em: 13 out. 2013.

COSTA, A. A. **Ferramentas de controle da qualidade aplicáveis na cultura do mamão, no município de Pinheiros-ES**. Nova Venécia, 2003. 72 f.. Monografia (Graduação em Administração de Empresas) – Faculdade Capixaba de Nova Venécia, UNIVEN.

CRISTINA, M. Fluxogramas de Produção de Cerveja. **Engineering Foods**, [2011?]. Disponível em: <http://engefoods.blogspot.com.br/2011/05/fluxogramas-de-producao-de-cerveja.html>.

CRUZ, G. F. B. Fabricação de Refrigerantes. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**, 2012. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/dossie-technico/downloadsDT/Mjc2NTQ=>>>. Acesso em: 12 out. 2013

D`AVILA, R. M. et al. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Revista Unisinos**, São Leopoldo, RS, n.2, jul/dez 2012. Disponível em: <[http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos\\_tecnologicos/article/view/4160/1505](http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/4160/1505)>. Acesso em: 27 out. 2013.

DRAGONE, G.; SILVA, J. B. de A. e. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas** : ciência e tecnologia. São Paulo, SP: Blucher, 2011. (Bebidas, 1). cap.2, p. 15-50.

FERMENTAÇÃO alcoólica. **Só biologia**, c2008-2013. Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica3.php>

FERNANDES, W. A. O movimento da qualidade no Brasil. **Inmetro**, c2011. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pdf/Livro\\_Qualidade.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pdf/Livro_Qualidade.pdf). Acesso em: 12 out. 2013.

MORGOTH, F. Tabelas de cores. **A arte da bebida**, 2010. Disponível em: <http://aartedabebida.blogspot.com.br/2010/09/tabelas-de-cores.html>.

NAHAS, D. R. A cerveja e suas matérias-primas. **Reator Químico**, 2009. Disponível em: <http://reatorquimico.wordpress.com/2009/11/12/a-cerveja-e-suas-materias-primas/>. Acesso em: 10 nov. 2013.

OETTERER, M. Tecnologia de obtenção da cerveja. **ESALQ**, [2006?]. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Tecnologia%20de%20obtencao%20cerveja.pdf> Acesso em: 20 out. 2013

PASSARELLI, E. O elemento-base da cerveja. **Beerlife**, c2013. Disponível em: [http://www.beerlife.com.br/ed3/materia\\_prima.asp](http://www.beerlife.com.br/ed3/materia_prima.asp). Acesso em: 22 out. 2013.

ROSA, R. Método de decocção. **Cervejarte**, 2004. Disponível em: <http://cervejarte.org/blog/category/cerveja/tecnicas/page/2/>

SANTOS, T. Imagem da levedura. **Boteco do Moe**, [2013?]. Disponível em: <http://boteco-do-moe.blogspot.com.br/>.

SEASONS. O que é Lúpulo?. **Cervejaria Seasons**, [2010?]. Disponível em: [http://www.cervejariaseasons.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50:faq-beergeek-lupulo&catid=28:cat-beergeeks&Itemid=46](http://www.cervejariaseasons.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=50:faq-beergeek-lupulo&catid=28:cat-beergeeks&Itemid=46). Acesso em: 23 out. 2013.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA, A cerveja: Produção. **Sindicerv**, [2007?]. Disponível em: <http://www.sindicerv.com.br/producao.php>. Acesso em: 07 nov. 2013

TROMMER, M. Processo de filtração da cerveja. **Portal o saber da cerveja**, c2010. Disponível em:

<[http://portalosaberdacerveja.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58:fcerv&catid=36:tecnicos&Itemid=50](http://portalosaberdacerveja.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=58:fcerv&catid=36:tecnicos&Itemid=50)>. Acesso em: 06 nov. 2013

VERAS, C. M. dos A. Gestão da qualidade. **Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão**, 2009. Disponível em: <[http://www.ifma.edu.br/proen/arquivos/artigos.php/gestao\\_da\\_qualidade.pdf](http://www.ifma.edu.br/proen/arquivos/artigos.php/gestao_da_qualidade.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2013.