

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

EDINELSON BUENO

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA:

INTERAÇÕES COM O PROCESSO

BAURU

2007

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

EDINELSON BUENO

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA:

INTERAÇÕES COM O PROCESSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Centro e Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Bacharelado em Química, sob orientação da Profa. Dra Márcia Aparecida Zeferino.

BAURU

2007

B9285p

Bueno, Edinelson

Processo de fabricação de cerveja: interações com o processo / Edinelson Bueno – 2007.
64 f.

Orientadora: Prof. Dra Márcia Aparecida Zeferino
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP.

1. Processo de fabricação da Cerveja 2. Interações no processo da cerveja 3. Brassagem 4. Fermentação da cerveja 5. Filtração da cerveja 6. Cervejaria 7. Tipos de cerveja I. Zeferino, Márcia Aparecida II. Título.

“A vida adquire um sentimento real quando você estabelece valores para si mesmo, quando reconhece seu próprio valor e eleva seu pensamento para as coisas que são do bem de DEUS”.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dada oportunidade de cursar uma universidade tão conceituada como a Universidade do Sagrado Coração, este foi o grande desafio da minha vida acadêmica em concluí-la.

A minha querida esposa Lucinara Costa Fonseca Bueno e minha filha Eliade Fonseca Bueno que esteve sempre ao meu lado nos momentos mais delicados psicologicamente na minha jornada nesta conceituada Universidade.

Aos meus pais e minha família pelo apoio e encorajamento para vencer este desafio.

Em especial aos meus tios, Geraldo Consoniche (em memória) e Solange da Silva Consoniche (em memória), pelo incentivo e carinho dado no início de minha jornada acadêmica e que não puderam ver a minha conclusão deste Curso de Química.

Aos meus colegas de trabalho na Ambev, Gerencia Staff e operadores pelas tolerâncias as minhas constantes interrogações e que foram atendidas com toda atenção, esta contribuiu significativamente com meu desenvolvimento profissional.

SUMARIO

1	Introdução.....	08
2	Descrição da Empresa	09
	2.1 HISTÓRICO.....	09
	2.2 FILIAL AGUDOS	15
	2.3 FUNCIONÁRIOS	16
	2.4 PARTICIPAÇÃO NO MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL.....	16
	2.5 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA	18
3	Descrição do processo.....	20
	3.1 MATÉRIAS PRIMAS	21
	3.1.1 Água	21
	3.1.2 Malte.....	22
	3.1.2.1 Recebimento e armazenamento do Malte.....	23
	3.1.2.2 Limpeza.....	23
	3.1.3 Lúpulo.....	24
	3.2 ADJUNTOS	25
	3.3 ADITIVOS	26
4	Brassagem ou fabricação.....	27
	4.1 MOAGEM DO MALTE	28
	4.2 MOSTURAÇÃO.....	28
	4.3 FILTRAÇÃO OU CLARIFICAÇÃO	29
	4.4 COZIMENTO	31
	4.5 DECANTAÇÃO	32
	4.6 RESFRIAMENTO DO MOSTO	32
	4.7 AERAÇÃO DO MOSTO	33
5	Fermentação	34

5.1 FERMENTO	34
5.1.1 Propagação do fermento	35
5.1.2 Recolha do fermento	37
5.1.3 Estocagem do fermento.....	38
5.1.4 Principais controles em laboratório	38
5.1.5 Autólise do fermento	38
5.2 PROCESSO DE FERMENTAÇÃO.....	39
5.2.1 Recebimento de mosto aerado	39
5.2.2 Dosagem do fermento	41
5.2.3 Retirada do trub frio	41
5.2.4 Início da fermentação.....	42
5.2.5 Krausen baixo (espuma)	43
5.2.6 Krausen alto (espuma)	44
5.2.7 Final da fermentação.....	44
5.2.8 Reações físico químicas durante a fermentação	44
5.2.9 Controles durante a fermentação	45
6 Maturação	46
6.1 TEMPERATURA DE MATURAÇÃO.....	46
6.2 TEMPO DE MATURAÇÃO	47
6.3 DICETONAS TOTAIS NO FINAL DA MATURAÇÃO	47
6.4 TEOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	47
6.5 ANÁLISE SENSORIAL	48
7 Filtração	49
7.1 ESTABILIDADE DA CERVEJA	49
7.2 PRINCÍPIOS DA CLARIFICAÇÃO	51
7.2.1 Efeito de peneira	51
7.2.2 Efeito de adsorção	51
7.2.3 Efeito de profundidade	51
7.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO	52
7.3.1 Resfriamento e tanque pulmão	52
7.3.2 Primeira filtração – Filtro KG	53
7.3.2.1 Formação das camadas filtrantes	54

_____ 7.3.3 Segunda filtração – filtro de PVPP	55
_____ 7.3.4 Blendagem e Carbonatação.....	55
8 Adega de pressão	57
9 Serviços de Suporte	57
_____ 9.1 MEIO AMBIENTE	57
_____ 9.1.1 Estação de Tratamento de Água.....	58
_____ 9.1.2 Estação de Tratamento de Efluentes Industriais.....	58
_____ 9.1.3 Subprodutos e resíduos	60
_____ 9.2 UTILIDADES.....	61
Conclusão.....	63
Referências	64

1 - Introdução

A presente monografia contempla a história da Ambev, que atua no setor de bebidas, líder de mercado e detentora do maior portfólio nacional neste ramo de atividade. Desde 2004, após algumas fusões, a Ambev se tornou a maior companhia de bebidas do mundo. Entre seus principais produtos estão diversas marcas de cervejas, refrigerantes, isotônicos e água, sendo as cervejas seu principal mercado nacional e internacional.

O objetivo desta monografia é levar ao pleno conhecimento da produção de cerveja, desde o recebimento da matéria prima até o envio da cerveja para envase, conhecendo a teoria e a prática de seu processamento, parâmetros e controles de processo, e todos os itens de controle de qualidade. Aborda o processo da fabricação de cerveja, Brassagem (recebimento de matéria prima e fabricação de mosto), Fermentação, Maturação, Filtração e Adega de pressão.

Algumas atividades específicas foram desenvolvidas com o apoio da operação, supervisão e gerência, em seu direcionamento e obtenção de informações. As atividades específicas foram:

- estágio no laboratório, sendo acompanhada a rotina da Qualidade Recebimento Materiais (QRM), Físico Químico e microbiológico;
- implementação do sistema de qualidade HACCP na brassagem da unidade Filial Agudos/SP.
- perda de extrato na brassagem, fermentação, filtração e packging;
- identificação e rastreabilidade de produtos reclamados no Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC);
- acompanhamento do teor de oxigênio dissolvido em pontos críticos do processo e carga térmica do cozinhador de mosto;
- atividades gerais: gerar relatórios do programa MÊS (*Manufacturing Execution System*) para verificar controle do processo;

A Companhia permitiu acesso à informações sempre que necessário ou desejado, durante a elaboração desta monografia.

2 - Descrição da Empresa

A Ambev é a maior indústria privada de bens de consumo do Brasil e a maior cervejaria da América Latina, resultado da fusão entre as cervejarias Brahma e Antarctica. Detentora do maior portfólio do país no setor de bebidas, seus produtos são constituídos por diversas marcas de cervejas, refrigerantes, isotônicos e água, sendo as cervejas seu principal mercado. Dentre alguns de seus principais produtos podem ser citados as cervejas Skol, Antarctica, Brahma, Bohemia, Serra Malte, os refrigerantes Guaraná Antártica, Sukita, Soda limonada e Pepsi, o isotônico Gatorade, linhas de chás gelados Lipton Ice Tea e água Fratelli Vitta. A Ambev está sempre inovando no mercado de bebidas desenvolvendo novos produtos e oferecendo ao consumidor variedade e qualidade (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

A Ambev acredita que o seu principal diferencial são as pessoas, e por isso investe muito em seu desenvolvimento, formação e capacitação. A cultura Ambev com foco em resultados através do alcance de metas desafiadoras em curto prazo tornou-se conhecida internacionalmente e tem contribuído muito para o crescimento da empresa. Além disso, a empresa busca a promoção do desenvolvimento sustentável e eficiência preservando o meio ambiente através de uma política de reciclagem, reaproveitamento de resíduos e subprodutos convertendo-os em renda para a CIA.

2.1 Histórico

Em meados de 1885, acontece a criação da Companhia Antarctica Paulista, sendo que inicialmente a fábrica produzia gelo e gêneros alimentícios.

Em 1888, o suíço Joseph Villiger registra a marca Brahma na Junta Comercial do Rio de Janeiro, então capital do Império. Joseph trabalhava para produzir uma cerveja de sabor similar ao europeu. Há três versões para a escolha do nome Brahma: a atração de Villiger pela cultura indiana; a admiração pelo compositor Johannes Brahms; e uma homenagem ao inventor da válvula de chopp, o inglês Joseph Brahma (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

Em 13 de março de 1889 foi publicado o primeiro anúncio da cerveja Antártica, no jornal a Província de São Paulo, (atual O Estado de S. Paulo): “Cerveja Antártica em garrafa e barril - encontra-se à venda no depósito da fábrica à Rua Boa Vista, 50”. Em 1891, com os incentivos oferecidos pela República, a Companhia Antártica Paulista constitui-se como sociedade anônima.

Em 1894, A Brahma, associa-se com a Cervejaria Georg Maschke & Cia, levando ao aperfeiçoamento da fabricação da cerveja.

A Antártica ganha sua primeira logomarca: uma estrela de seis pontas com a letra “A” inscrita em seu centro, no ano de 1895. A estrela, usada pelos fabricantes europeus desde a idade média, foi uma sugestão dos técnicos cervejeiros alemães, e também era usada na idade média para identificar as embalagens com melhores condições de hospedagem, semelhantemente ao atual sistema de classificação de hotéis. Em 1904, a Companhia Antártica Paulista adquire o controle acionário da Cervejaria Bavária, no bairro da Moóca, que passa a ser a sua principal unidade fabril. Em 1905 que se realizam as primeiras experiências com o guaraná, visando a sua utilização em alimentos.

Em 1908, a Brahma recebe medalha de ouro na comemoração do centenário da abertura dos portos do Brasil.

Em 1911, é inaugurada a primeira filial da Antártica em Ribeirão Preto, interior do Estado de São Paulo, que fabricava gelo e cerveja. Em 1912 é lançada a Soda Limonada Antártica. Três anos mais tarde a Antártica fabrica as primeiras geladeiras a gelo. Batizadas de Perfeitas eram utilizadas tanto nas casas comerciais quanto nas residências. No começo da década de 20, começa a produção e comercialização do Guaraná Champagne Antártica, que se tornou o padrão da categoria e líder absoluto do segmento.

Em 1927, acontece o lançamento do Guaraná Brahma. No próximo ano, a Companhia Guanabara, de São Paulo, é adquirida pela Brahma e passa a ser conhecida como filial Paraíso. Ela marca o início da produção da cerveja Brahma no estado.

Em 1935, mudanças no rótulo da Antártica: dois pingüins passam a acompanhar a estrela dourada de seis pontas. O slogan A grande marca também se incorpora ao visual.

Devido à medida imposta no contexto da Segunda Guerra Mundial, em 1940, o mercado nacional é beneficiado pela suspensão de importação de bebidas. A Companhia Adriática, do Paraná, passa para o controle da Antarctica. Sua principal marca era a cerveja Original, produzida desde 1930. Em 1943, é lançada a Brahma Extra: “Extra no sabor, Extra na qualidade, Extra nos ingredientes – Cerveja Brahma Extra, em garrafas ou 1/2 garrafas”.

Em 1954, Brahma e Antarctica já contam com maltarias próprias, barateando os custos de produção da cerveja. Cinco anos mais tarde, a Antarctica assume o controle da Cervejaria Bohemia, (a mais antiga do país, fundada em 1853, em Petrópolis - RJ). Em 1965, surgem as primeiras revendas da Brahma, constituídas por antigos funcionários da Empresa.

Na começo da década de 70, é firmada associação entre a Brahma e a Fratelli Vita Indústria e Comércio S.A., marcando o início da produção de mais três marcas: a Sukita, o Guaraná Fratelli e a Gasosa Limão. Em 1971, a filial Brahma em Curitiba (antiga Cervejaria Atlântica) inova ao adotar engradados plásticos para o transporte de cervejas e refrigerantes. Neste mesmo ano, a Skol é pioneira no Brasil ao lançar a cerveja em lata de folha de flandres.

Em 1972, a filial de Agudos (SP) lança embalagens em lata para as cervejas Brahma Chopp e Brahma Extra. Neste mesmo ano, novidade da Brahma: a garrafa incolor, com o nome do produto gravado no vidro (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

No ano de 1978 a Antarctica assume o controle da Cervejaria Serramalte, do Rio Grande do Sul, existente desde 1957.

Em 1980, a Brahma adquire o controle acionário das Cervejarias Reunidas Skol – Caracu S.A., fabricante da cerveja Skol desde 1967. A Brahma Chopp é eleita pela revista The Washingtonian como a melhor cerveja importada nos Estados Unidos. Em 1982, é lançada a primeira versão da cerveja Brahma Light, tipo pilsen de baixos teores alcoólicos e calóricos; no ano seguinte, ela recebe o Clio Award, um dos mais importantes prêmios da publicidade internacional, na categoria Melhor Embalagem (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

Em 1984, é constituído o Grupo Antarctica com sede em São Paulo e mais de 23 empresas controladas. Neste ano, a Brahma e PepsiCo International firmam um

acordo para a fabricação, comercialização e distribuição da Pepsi Cola no Brasil. É lançada a Malt 90, cerveja destinada ao público jovem. Seu slogan: O prazer de fazer bem-feito.

Em 1988, a Brahma Chopp, Skol e Pepsi são vendidas em latinhas de alumínio. Neste mesmo ano, O Grupo Garantia adquire o controle acionário da Companhia Cervejaria Brahma. É o início de uma nova fase da história da cervejaria.

Em 1990, na Oktoberfest, em Blumenau – SC -, a Brahma lança o novo rótulo da Brahma Chopp – A Cerveja Número 1. Revendedores Brahma realizam sua primeira Convenção Nacional. Em 1991, a Antarctica lança a Kronenbier, primeira cerveja sem álcool do país. A Brahma, eleita empresa do ano, promove, durante o carnaval carioca, o Camarote Brahma, primeiro evento exclusivo dedicado à Cerveja Número 1 do Brasil.

O lançamento da Antarctica Bock acontece no ano de 1992, quando a cerveja Skol Long Neck introduz a tampa twist, que dispensa o uso de abridor; no ano seguinte, é a vez de a Brahma Chopp apresentar a novidade. Em 1993, em Jaguariúna (SP), é inaugurada uma nova fábrica de cerveja da Antarctica. É o início de internacionalização da Brahma: a empresa constrói sua primeira fábrica fora do Brasil, na Argentina.

Em 1994, a Brahma adquire a Companhia Cerveja Nacional, na Venezuela. Neste ano, são apresentadas a Skol Bock e a Skol Ice; um ano depois, Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai acompanham o lançamento da cerveja Brahma Bock. Em 1996, os refrigerantes Brahma passam a ser produzidos também na Argentina. Neste mesmo ano, a cerveja Miller passa a ser fabricada e distribuída no Brasil pela Brahma.

Em 1997, Alemanha, Bélgica, Bolívia, Canadá, China, Espanha, EUA, França, Guiana Francesa, Holanda, Inglaterra, Itália, Japão, Paraguai, Portugal, Suíça, Uruguai e Venezuela aparecem na lista dos países que consomem produtos Antarctica. Antarctica conquista prêmios internacionais de melhor cerveja estrangeira em Miesenbach, Berlim, Dusseldorf e Baviera (na Alemanha), e o Selo de Qualidade Monde Selection. Neste ano também, há o lançamento de ações da

Brahma, na Bolsa de Nova York, na forma de American Depositary Receipts -ADRs (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

Ainda no ano de 1997, A Carlsberg Beer, de origem dinamarquesa e fundada em 1847, chega ao Brasil por um acordo firmado com a Skol-Caracu. A Brahma adquire da Unilever a concessão para fabricar, comercializar e distribuir no Brasil o chá Lipton Ice Tea.

É anunciada, em 1º de julho de 1999, a fusão da Companhia Antarctica Paulista e da Companhia Cervejaria Brahma, para criar a AmBev – Companhia de Bebidas das Américas, Compañia de Bebidas de Las Américas, American Beverage Company. Multinacional brasileira, a AmBev surge como a terceira maior indústria cervejeira e quinta maior produtora de bebidas do mundo. É também neste que foi anunciado a internacionalização do Guaraná Antarctica, em parceria com a PepsiCo. O acordo foi divulgado durante audiência na Presidência da República.

Em 30 de março de 2000, a criação da AmBev é aprovada pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade). A Securities Exchange Commission (SEC) autoriza a listagem de American Depositary Receipts (ADRs) da AmBev na Bolsa de Nova York. Os papéis começam a ser negociados em 15 de setembro deste mesmo ano. Em novembro, em cumprimento ao termo de compromisso firmado com o Cade, são vendidas a marca de cerveja Bavária e cinco fábricas (Ribeirão Preto/SP, Getúlio Vargas/RS, Camaçari/BA, Cuiabá/MT e Manaus/AM). O comprador foi a cervejaria canadense Molson.

Em 2001, operações internacionais chegam ao Paraguai, com a compra do parque industrial da Cervecería Internacional.

Em 2002, é anunciada a aliança estratégica com a Quilmes Industrial S/A (Quinsa) – maior cervejaria da Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai –, para a integração das operações no Cone Sul. O acordo criou a terceira maior operação comercial de bebidas do mundo, com 10 bilhões de litros anuais. A participação da AmBev na Quinsa é de 40,9% (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

Ainda em 2002, acontece uma série de lançamentos. A Pepsi surpreende o mercado com o lançamento de Pepsi Twist. A Skol revoluciona o mercado, com o lançamento da Skol Beats, que se destaca por líquido e embalagem diferenciados. Há o lançamento da Bohemia Escura, cerveja tipo Schwarzbier de aroma com notas

de toffe, maltes torrados e espuma incrivelmente cremosa. A AmBev passa a produzir o isotônico Gatorade, marca adquirida internacionalmente pela PepsiCo.

Em 2003, a AmBev inicia a construção de uma fábrica no Peru e adquire ativos da Embotelladora Rivera, assumindo a franquia da PepsiCo, no norte do Peru e em Lima, e duas unidades industriais, com capacidade de produção estimada de 630 milhões de litros anuais. Acontece também o anúncio da aquisição da Cerveceria SurAmericana, no Equador, segunda maior cervejaria do país. Neste ano, foi o lançamento da Bohemia Weiss, cerveja de trigo, naturalmente turva e refrescante, com aroma frutado e de especiarias.

Em fevereiro de 2004, a AmBev associou-se à Embotelladora Dominicana CXA (Embodom), engarrafadora exclusiva da PepsiCo na República Dominicana. A sociedade prevê a comercialização de refrigerantes e cerveja no mercado dominicano de bebidas e garantirá à AmBev uma participação de 66%.

Em março deste mesmo ano, a AmBev e a Interbrew, anunciaram uma aliança estratégica, constituindo a maior cervejaria do mundo e tornando-se a líder mundial do setor, com uma participação de aproximadamente 14% do mercado. Com a negociação, a AmBev assumiu a cervejaria canadense Labatt. Surge a InBev.

Ainda em 2004, com qualidade Brahma, é lançadas a Liber, única cerveja com 0% de álcool do País. A Skol lança mais uma embalagem inédita no Brasil, a Skol Big Neck, uma garrafa de 500 ml com tampa de rosca e boca redondona.

Em 2005, Brahma vira marca mundial e passa a ser vendida em mais 15 países: Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Rússia, Ucrânia, França, Espanha, Malta, Chipre, Itália, Espanha, Bélgica, Portugal, Luxemburgo e Holanda. A Bohemia lança a Bohemia Confraria, inspirada a partir de uma receita nascida na idade média, criada pelos monges e aperfeiçoada pela Bohemia. Há o lançamento da cerveja belga super-premium Stella Artois. No final deste mesmo ano, a AmBev inaugura fábrica de cerveja em Lima, com capacidade para produzir 100 milhões de litros de cerveja por ano (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

2.2 Filial de Agudos

Criada em 18/09/1951, a unidade de Agudos era conhecida na época como Cia Paulista de Cervejas Vienenses, com uma produção de 70 Mil Hectolitros de cerveja. A instalação da empresa na região de Agudos decorreu após inúmeros testes, ficando-se comprovadas a boa qualidade da água e da terra (planície) necessárias para sua instalação.

Havia uma grande procura pelos produtos da Vienense, principalmente no final da década de 50, o que fez com que a fábrica ficasse pequena para atender a demanda, sendo a produção em 1957 de 120 Mil HL. Nesta época começou então a negociação entre a Cia Cervejaria Brahma e a Cia Paulista de Cervejas Vienense, terminando com a compra do controle acionário das Cervejas Vienense e o surgimento em 26/05/1961 da Cia Cervejaria Brahma – Filial Agudos. A produção em 1961, era 350 Mil HL, passando para 3 Milhões de Hectolitros no final da década de 70.

No ano de 1889, após 09 anos da aquisição do controle acionário das Cervejarias Reunidas Skol – Caracu S.A. pela Cia Cervejaria Brahma, acontece a primeira produção de Skol na Filial de Agudos. Na década de 90, a produção chegou em 3,5 Milhões de hectolitros.

Em março de 2000 acontece a fusão histórica das duas maiores cervejarias do Brasil, Brahma e Antarctica, surgindo a então multinacional Verde-Amarela: AmBev, a maior cervejaria do Brasil.

Em 2001, Agudos recebe novas linhas de Garrafas. Em 2002 acontece a primeira produção de Antarctica na Filial de Agudos. No final de 2004, a produção chegou em 4,7 milhões de HI.

O mix de produção atual da Filial de Agudos é de 65% Skol, 30% Brahma e 5% Antarctica, distribuídas em 73% garrafas e 27% latas. Em 2005 a produção chegou em 5,1 MM HI. O volume de produção da Filial de Agudos pode ser visto na Figura 01.

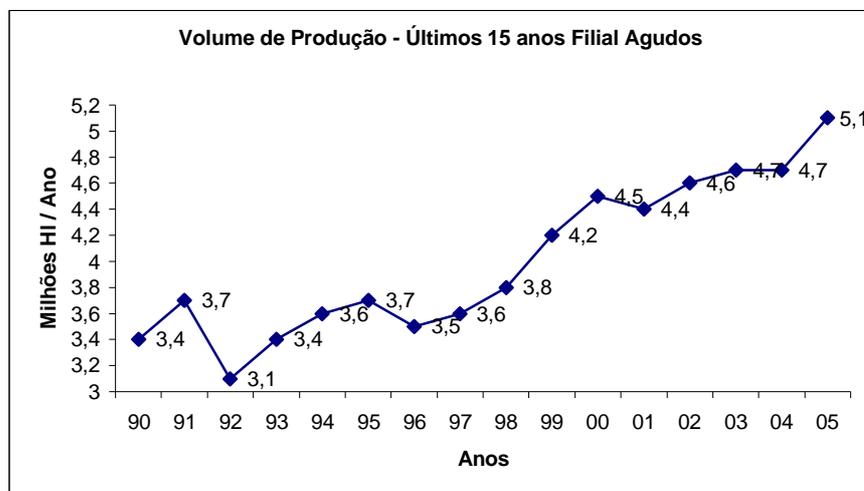


Figura 01: volume de produção nos últimos 15 anos.

Fonte: www.ambev.com.br. Acesso em 25 abr 2007.

2.3 Funcionários

A Filial de Agudos possui 380 funcionários próprios e 160 terceiros / parceiros, totalizando 540. Todos os funcionários próprios possuem ensino médio completo, e 39% deles cursam ou já cursaram o ensino superior. A maior parte tem entre 05 e 10 anos de companhia e a faixa etária mais representativa é de 30 a 40 anos.

2.4 Participação no mercado nacional e internacional

A AmBev está presente em 14 países, e é líder no mercado brasileiro de cervejas, sendo também referência mundial em gestão, crescimento e rentabilidade. Com a aliança global firmada com a Interbrew da Bélgica em 03 de março de 2004, a Companhia se tornou a InBev, maior companhia de bebidas do mundo, e passou a ter operações na América do Norte com a incorporação da Labatt canadense, tornando-se distribuidora de cervejas para toda a América (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

A Companhia busca constantemente o crescimento sustentável em sua receita líquida, principalmente através de quatro iniciativas distintas:

- Gestão do portfólio: a AmBev busca constantemente vendas maiores de produtos premium, com preços mais elevados e mais rentáveis no seu mix de vendas;

- Aumentar a participação dos gastos do consumidor: a Companhia busca maximizar a participação dos gastos do consumidor em seus produtos;

- Participação de mercado: a Companhia está comprometida em manter e fortalecer sua posição de liderança nos mercados onde atua, bem como avaliar oportunidades para estabelecer presença em novos mercados nas Américas onde não opera atualmente; e;

- Aumentar o consumo per capita: com base em pesquisas focadas no comportamento do consumidor e ocasiões de consumo, a AmBev visa aumentar o consumo per capita nos mercados onde opera.

A Ambev publicaram os seus resultados financeiros no segundo trimestre de 2006. As informações financeiras e operacionais a seguir, exceto quando indicado o contrário, são apresentadas em Reais nominais, de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil. Os resultados consolidados da AmBev referem-se à soma das seguintes três unidades de negócios:

- Brasil: compreende (i) Cerveja Brasil; (ii) RefrigeNanc (Refrigerantes e Nanc – Não-Alcoólicos e Não-Carbonatados); e (iii) vendas de Malte e Subprodutos;

- América Latina Hispânica (HILA): compreende (i) a participação média de 59,8% da AmBev em Quinsa; e (ii) HILA-ex (corresponde às operações controladas pela AmBev no norte da América Latina); e

- América do Norte: representa as operações da Labatt Brewing Company Limited (“Labatt”) (AMBEV, acesso em 25 abr 2007).

Comparações, exceto quando especificado o contrário, referem-se ao segundo trimestre de 2005 (2T05). O Quadro 01 e a Figura 02 mostram o desempenho da AMBEV no último trimestre.

QUADRO 01 – Desempenho do grupo AMBEV em 2006.

Destaques Financeiros – AmBev Consolidado			%
R\$ milhões	2T06	2T05	Varição
Receita líquida	4.037,1	3.704,3	9,0%
Lucro bruto	2.688,9	2.346,2	14,6%
EBIT	1.216,6	1.160,7	4,8%
EBITDA	1.586,3	1.418,2	11,9%
Lucro líquido	483,3	305,2	58,3%
Número de ações em circulação (milhões)	64.986,8	65.623,5	-1,0%
LPA (R\$/000 ações)	7,44	4,65	59,9%
LPA excl. amortização de ágio (R\$/000 ações)	11,98	9,74	23,0%
LPA (US\$/ADR)	0,34	0,19	81,1%
LPA excl. amortização de ágio (US\$/ADR)	0,55	0,39	39,3%

Fonte: Ambev, 2007.

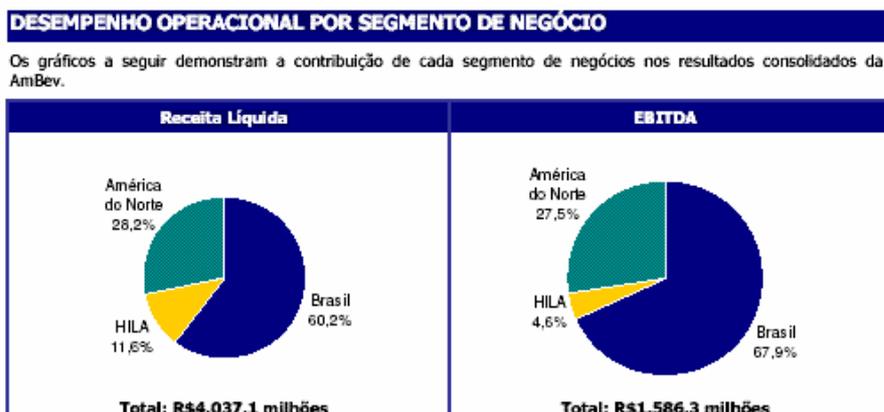


Figura 02: Desempenho operacional por segmento de negócio.

Fonte: Ambev, 2007.

Através desses resultados podemos observar o crescimento da Companhia no mercado.

2.5 Estrutura organizacional da empresa

As empresas, como citado anteriormente, possuem unidades diversas unidades fabris espalhadas pelo Brasil e exterior. Basicamente uma unidade fabril é composta por unidades gerenciais, divididas em: Processo, Qualidade, Meio

Ambiente, Engenharia, Logística, Gente e Gestão, Packaging e Financeiro. A Figura 03 mostra a estrutura organizacional de uma unidade fabril.

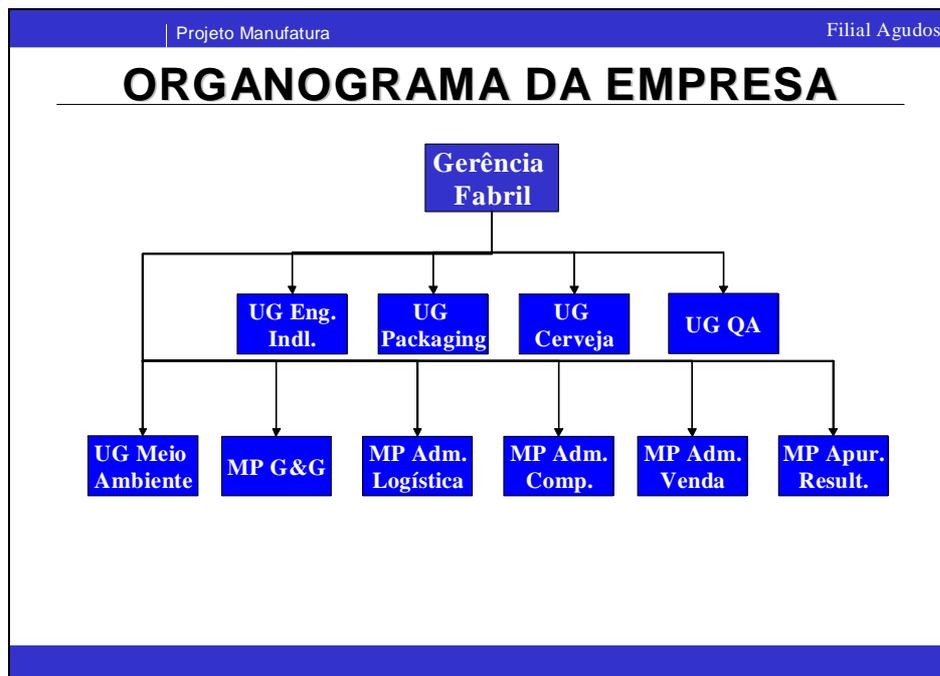


Figura 03: Organograma organizacional da empresa.

Fonte: Ambev, 2007.

3 - Processo

O processo de produção da cerveja é bastante complexo e envolve diversas etapas, que por sua vez são compostas por várias sub-etapas. Dessa forma, pode-se dividir o processo de produção da cerveja em 05 grandes etapas: Brassagem, Fermentação, Maturação, Filtração e Adega de Pressão. A Figura 04 mostra um fluxograma da produção de cerveja desde o recebimento da matéria prima até o envase.

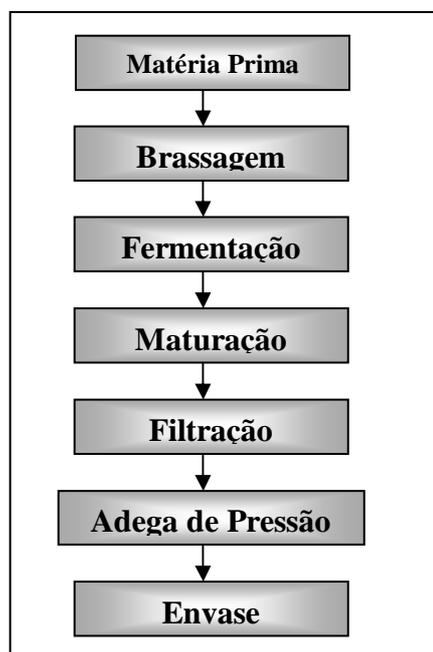


Figura 04: Fluxograma do processo de produção da cerveja.

Durante todo o processo, acompanham-se diversos itens para garantir a qualidade do produto. Estes itens medem a qualidade de matérias primas, insumos, semi-elaborados recebidos pela área que serão utilizados em seu processo, e também a qualidade do próprio produto durante toda a sua elaboração.

Todos os itens acompanhados no processo e nas demais áreas da fábrica podem ser divididos por grau de importância em ICLs, ICs, IVs e PCs, e possuem especificações definidas que regem os processos da companhia.

Suas definições são:

- ICL – itens de controle liberativos: são características de qualidade ou processo que, fora dos limites estabelecidos, podem afetar a qualidade do produto acabado em uma intensidade percebida pelo consumidor.
- IC – itens de controle: são características de qualidade ou processo que, fora dos limites estabelecidos, podem afetar a qualidade do produto acabado em uma intensidade não percebida pelo consumidor.
- PC – parâmetros de controle: itens de monitoramento do processo onde sua variação pode afetar Itens de Controle Liberatório e Itens de Controle, tendo a área / operação ação direta sobre eles.

Estes itens medem o grau e controle da área sobre seu processo. A área deve medi-los controlá-los e atuar sobre eles.

- IV – itens de verificação: itens de monitoramento do processo onde sua variação pode afetar Itens de Controle Liberatório e Itens de Controle, não tendo a área / operação ação direta sobre eles.

3.1 Matérias Primas

A elaboração do mosto é o primeiro passo do processo do fabrico da cerveja, dentro da cervejaria. As matérias primas devem atender a critérios de qualidade para garantir a qualidade do produto final (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

As matérias-primas básicas para a fabricação de cerveja são as águas, o malte, e o lúpulo (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

A Antiga lei da pureza da cerveja (Reinheitsgebot) publicada em 1516 na Bavária – região meridional da Alemanha – estabelece que esta bebida deve ser produzida exclusivamente com malte, lúpulo e água, sem qualquer aditivo (LIMA, 2001a, p. 97).

3.1.1 Água

A água representa a maior parte da cerveja (aproximadamente 90%) exercendo grande influência sobre o tipo e a qualidade da cerveja. Água cervejeira,

nobre ou de fabricação, como é chamada, é a água usada diretamente para a produção, ou em situações e equipamentos que entrem em contato com o produto. A água de blendagem da cerveja é submetida a tratamento específico. A água cervejeira deve seguir o padrão de potabilidade, atendendo às exigências físicas, químicas, organolépticas e bacteriológicas necessárias para o consumo humano (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

A água utilizada no processo cervejeiro e também a de serviço (que não entra em contato com o produto) é captada por meio de poços artesianos e passa por um tratamento antes da sua utilização na Estação de Tratamento de Água (ETA) da unidade.

A água usada para a fabricação de cerveja deve ser potável, transparente, incolor, inodora e neutra em sabor. Deve atender aos seguintes parâmetros (MATÉRIAS PRIMAS, 2001):

- turbidez (< 1,0 NTU)
- Ca^{+2} (< 43 mg Ca^{+2} /L)
- Mg^{+2} (< 12 mg Mg^{+2} /L)
- K^{+} (< 10 mg K^{+} /L)
- Fe^{+2} ou Fe^{+3} (ferro total < 0,2 mg Fe^{+2} /L ou Fe^{+3})
- Mn^{+2} (< 0,2 mg Mn^{+2} /L)
- Zn^{+2} (entre 0,08 e 0,20 mg/L)
- Cl^{-} (< 50 mg Cl^{-} /L)
- Ph (7,5 – 8,5)

3.1.2 Malte

O malte é resultante da umidificação, germinação e secagem da cevada sob condições controladas. A cevada é utilizada pois facilita o controle da germinação, proporciona um sabor superior na cerveja, possui alto teor de amido e enzimas, sendo que durante a germinação formam-se mais enzimas, sua casca forma uma camada filtrante natural e tem teor de proteínas em proporção ideal em relação ao teor de amido (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

A qualidade do malte é julgada pelas suas especificações e por seu rendimento durante o processo de fabricação de cerveja. O malte possui um tempo de pousio de, no mínimo, 15 dias, decorrido entre o término da secagem e seu uso na brassagem.

3.1.2.1 Recebimento e armazenamento do Malte

O malte é transportado da Maltaria até a fábrica por caminhões sendo que sistema de transporte deve proporcionar transferência suave de modo que evite a ruptura da casca.

Na chegada do malte é feita uma inspeção visual de recebimento no seu descarregamento. Na inspeção de recebimento do malte, são observados cor e odores característicos do cereal, e presença de pó e palha, que se for encontrado em grande quantidade pode ocasionar aumento da perda de extrato no processamento e diferença de peso na pesagem do caminhão.

Antes do armazenamento dos silos, o operador também coleta uma amostra representativa do caminhão e realiza análises de granulometria e sensorial (cor, aspecto e aroma). A amostra é identificada com o caminhão e enviada para análise no laboratório, onde será feito teste do chá.

O malte utilizado para a fabricação é originado de cultivares de cevada cervejeira, criados pela Brahma desde 1968. Atualmente utiliza-se malte de procedência nacional e não nacional.

Todos os maltes utilizados possuem laudos de suas características, emitidos pelas maltarias, e devem atender aos requisitos de qualidade exigidos pela Ambev.

3.1.2.2 Limpeza

Nos silos, antes de sua utilização o malte passa por uma limpeza para retirada de pó, palha e impurezas.

Somente é limpa uma quantidade de malte que logo será utilizada nas salas de brassagens. Antes da utilização, o malte limpo fica armazenado nos silos intermediários (menores).

O malte antes de ir para os silos intermediários passa por dois equipamentos, sendo o primeiro uma máquina de limpeza e o segundo um separador de pedras para remoção de impurezas.

A máquina de limpeza consiste em um equipamento com conjunto de peneiras vibradoras que separam os grãos inadequados (tamanho diferente, quebrados, outros tipos de grãos, etc) dos bons. A máquina separadora de pedras possui inclinação de 45° e um sistema de 2 pesos, que giram em sentido contrário fazendo movimentos alternados (para frente e para trás). Dessa forma, o malte fica fluidizado e movimenta-se no sentido descendente (para os silos) enquanto que as pedras, por serem de maior peso, se movimentam no sentido ascendente e caem em um coletor.

Para remoção do pó e palha, os silos têm um sistema de aspiração (ciclones e aspiradores) de pó e palha dos equipamentos e elevadores de malte, de forma que o pó aspirado é enviado para um filtro de manga e depois recuperado para sua adição à sala de brassagem.

Dependendo do produto utilizado e/ou da receita, são dosadas as quantidades desejadas de malte nacional e não nacional.

3.1.3 Lúpulo

O lúpulo é o responsável pelo amargor do mosto e da cerveja contribuindo também para o seu aroma. É uma planta trepadeira, em que encontram-se na sua flor os componentes importantes para o processo cervejeiro: óleos essenciais, substâncias amargas e substâncias tânicas/polifenóis (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

A planta do lúpulo, *Humulus lupulus*, é dióica, isto é, possui flores masculinas e femininas em plantas diferentes (AQUARONE, LIMA, BORZANI, 1983, p.61).

O lúpulo utilizado na fabricação da cerveja são as flores secas da planta fêmea do lúpulo (*Humulus lupulus*), que é natural de muitas zonas temperadas do

Hemisfério Norte. O sabor característico do lúpulo dentro da cerveja é essencial para o impacto organoléptico total da cerveja, a estabilidade do sabor e retenção da espuma (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

Os lúpulos podem ser classificados segundo sua procedência, aroma, amargor e variedade. Os lúpulos aromáticos têm alto teor de óleos essenciais, que concedem à cerveja aroma típico sendo muito voláteis. Os lúpulos de amargor têm alto teor de substâncias amargas, principal fonte de amargor da cerveja, sendo os alfa-ácidos (umulonas) o principal componente (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

As cervejarias avaliam os lúpulos de acordo com seu teor de umidade, compostos de amargor (α -ácidos, β -ácidos e resinas), compostos aromáticos (óleos essenciais típicos de cada variedade), taninos e avaliação sensorial (aroma característico). O produto pode ser usado in natura, em forma de pellets ou extrato (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

Na unidade são usados lúpulo aromático, em forma de pellets, e amargor, em forma de pellets e extrato. Assim como o malte, o lúpulo recebido possui um laudo de seu fornecedor especificando suas características que devem estar de acordo com os padrões da Ambev.

É feita inspeção no recebimento para avaliar aspecto, cor e aroma, e temperatura. O lúpulo é armazenado refrigerado sob temperatura controlada na adega de lúpulo. Para cálculo da dosagem de lúpulo, leva-se em consideração o teor de alfa-ácidos que vêm especificados no recebimento.

3.2 Adjuntos

Os adjuntos são matérias-primas ricas em carboidratos, utilizadas como fontes complementares de açúcares, com uma composição e propriedades apropriadas que complementam ou suplementam de forma benéfica o malte de cevada (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

Na filial Agudos são utilizados como adjuntos flakes de milho e High-maltose. O flakes de milho proporciona custos mais baixos de produção e é de grande disponibilidade. A High-maltose (xarope de milho de alta densidade) proporciona um

mosto e cerveja de caráter mais homogêneo, além de maior facilidade do processamento da produção, tornando-o mais simples e rápido com maior produtividade. O uso de adjuntos permite obter cervejas mais claras com melhor estabilidade físico-química (MATÉRIAS PRIMAS, 2001).

O flakes também é recebido na mega e armazenado em silos, sendo feita inspeção em seu recebimento, a qual consiste na observação de cor e odor característicos. É coletada uma amostra para teste de índice de iodo e teor de umidade no laboratório. O flakes não passa por beneficiamento antes de ser armazenado e pode ser usado diretamente na fabricação na tina de mostura.

A High-maltose é recebida em caminhões tanque e bombeada para um tanque de armazenamento perto das salas de fabricação. Os cuidados tomados com este adjunto são inspeção no recebimento, temperatura de estocagem e análise sensorial.

3.3 Aditivos

Os aditivos usados na produção da cerveja são Corante caramelo, Cloreto de cálcio, Ácido fosfórico, Sulfato de Zinco, Metabissulfito de sódio, Beta-glucanase e Alfa-amilase, todos de grau alimentício.

Para todos estes aditivos faz-se uma inspeção no recebimento e controla-se a temperatura de estocagem no caso das enzimas.

Assim como as matérias primas, tanto os adjuntos como aditivos possuem laudo de seus fornecedores devendo estar dentro das especificações exigidas pela companhia. São feitas análises laboratoriais periódicas de todos para garantir que estejam dentro dos padrões de especificação.

4 - Brassagem ou fabricação

A função da sala de brassagem é transformar as matérias-primas e adjuntos (Malte, High-maltose, Lúpulo e Água) em mosto, que vai ser consumido pela levedura (fermento), resultando em cerveja (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

O processo de fabricação é realizado em batelada, produzindo-se vários fabricos ou cozimentos por dia. Nesta unidade existem duas salas de brassagem, cada uma com uma capacidade diferente. Dependendo da capacidade da sala e da receita utilizada, o malte é preparado e dosado em determinada quantidade. As duas salas diferem pelo tipo de moagem e filtro utilizado na clarificação do mosto.

A brassagem pode ser dividida nas seguintes etapas: Moagem, Mosturação, Clarificação, Fervura, Resfriamento e Aeração.

A Figura 05 abaixo mostra um fluxograma da divisão das etapas da Brassagem.

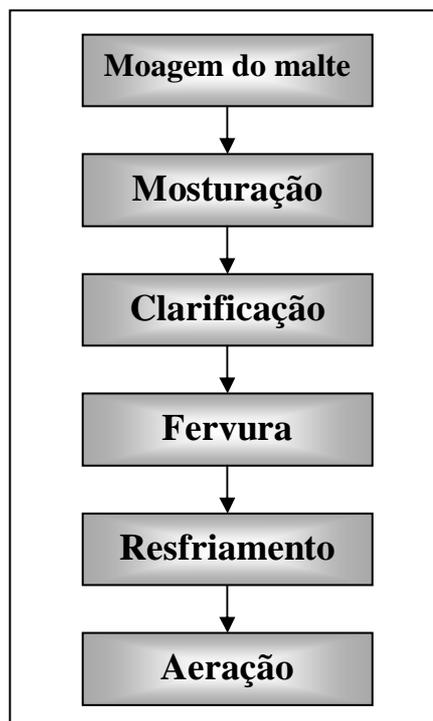


Figura 05: fluxograma da Brassagem.

4.1 Moagem do malte

O principal objetivo da moagem é a desintegração completa do endosperma do malte por trituração, para que todos os seus elementos estejam acessíveis à ação enzimática na etapa da mostura. A escolha do método de moagem é feita dependendo do método de clarificação usado (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002). Na sala de fabricação III a moagem é feita em Moinho de Martelo (moagem seca), e na sala I por Moinho Maischomat (moagem úmida).

O primeiro permite a moagem fina do malte, através da destruição do corpo farinhoso, por ação mecânica dos martelos sobre os grãos, já o outro equipamento faz a moagem úmida do malte, através da umidificação e esmagamento do grão.

A etapa de moagem do malte tem uma influência direta sobre a rapidez das transformações físico-químicas, o rendimento, a clarificação e a qualidade do produto final (VENTURINI FILHO, 2005, p. 360).

4.2 Mosturação

A etapa seguinte a moagem do malte é a mosturação, onde ocorrem diversas e importantes transformações nos componentes do malte. As principais transformações nesta etapa são a ativação enzimática (enzimas proteolíticas e amilolíticas presente naturalmente no mosto) e sua posterior inativação (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

Os principais objetivos da mosturação são a obtenção de mosto com composição química desejada, que influenciará em todas as etapas posteriores e a própria qualidade da cerveja, e a obtenção da maior quantidade de extrato possível. Quanto maior a quantidade de extrato, maior o rendimento da sala de brassagem (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

Primeiramente a tina de mostura recebe o malte moído juntamente com água em temperatura adequada para esta etapa. Na sala III, também é dosado o flakes de milho juntamente com o malte.

A água adicionada está a 44°C e no final da moagem a temperatura deve permanecer neste valor para início da mosturação e ativação enzimática. As enzimas a serem ativadas são glucanases, proteases, e além de estar presente no

mosto, a primeira também é adicionada. O 1º repouso é chamado de repouso proteolítico.

Depois de 5 minutos coleta-se uma amostra para determinar o pH e adicionar ácido fosfórico caso seja necessário. Também é adicionado Cloreto de Cálcio para correção do teor de cálcio no mosto, que será necessário na fermentação.

No final do 1º repouso, a mostura é aquecida a 69°C, através de uma serpentina com vapor, (podendo variar até 74°C) para o 2º repouso, onde ocorre sacarificação dos açúcares. Esta temperatura favorece a atuação de amilases, e na sala III ela também é adicionada devido ao uso de flakes.

O 2º repouso, que tem duração de 20 minutos, podendo variar também de 10 a 30 min dependendo das especificações usadas. Após o segundo repouso coleta-se amostra de mosto para o teste de iodo, onde o operador goteja algumas gotas de iodo em uma pequena quantidade de mosto verificando a presença de amido (coloração roxa).

Ao final da mosturação, o teste de iodo deve ser negativo, indicando que houve completa transformação de amido em açúcares (aspecto muda de esbranquiçado para transparente), e conseqüente transformação do malte em mosto. Em seguida este é aquecido a 76°C por 5 minutos para que ocorra inativação enzimática antes da filtração.

Terminado este processo, o mosto é enviado a Tina de Filtro (Sala I) ou ao Filtro Prensa (Sala III), onde será feita a clarificação do mosto.

4.3 Filtração ou clarificação

Após a mosturação, a próxima etapa do processo é a filtração do mosto. A principal função da filtração é a separação das substâncias solúveis das insolúveis, o que ocorre em duas fases. A primeira fase é a obtenção do mosto primário, e a segunda é a extração do extrato residual no bagaço de malte usando água secundária e lavagem (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

A filtração na sala I é feita utilizando-se uma Tina de Filtro, onde as cascas do malte são utilizadas como meio filtrante. Este equipamento possui o diâmetro maior do que a altura, no qual existe um fundo falso com frestas específicas. No

interior há a máquina de afofar, a qual tem o objetivo de homogeneizar a lavagem do bagaço e quebrar a compactação das cascas que ocorre ao longo da filtração.

O escoamento de mosto, através das tubulações coletoras, deve estar em exato equilíbrio com o fluxo de mosto através da camada de bagaço, uma filtração muito rápida gera uma ação de sucção do mosto em escoamento, provocando uma compactação da camada bagaço (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

O mosto vai sendo transferido da tina de mostura para a tina filtro, e após transferência de aproximadamente 50% do mosto um leito filtrante já é formado sobre as peneiras. Nesta quantidade, faz-se uma circulação do mosto no leito até que sua turbidez desapareça, iniciando-se assim a transferência do mosto restante. As cascas do malte retêm as impurezas e partículas de turvação presentes no mosto, tornando-o clarificado. O mosto filtrado passa a ser chamado de mosto primário, tendo um aspecto de chá quente muito rico em proteínas.

As cascas são lavadas com água para recuperação de mosto, sendo a água de lavagem a 76°C para extração de açúcares. Esta temperatura não deve ser acima de 76°C para não arrastar substâncias indesejáveis como taninos e não deve ser menor para que a eficiência de extração seja mantida.

Na sala III utiliza-se um Filtro de Prensa, em que a filtração é feita por filtros artificiais (polipropileno) o qual consiste em uma série de placas que se alternam e molduras ocas que são suspensas sobre trilhos laterais dentro de uma estrutura de construção pesada.

Canais são formados através dos quais se alimenta o mosto e a água do filtro e se extrai o mosto por orifícios fundidos dentro das placas e molduras. O meio de filtração é uma tela retangular. As telas modernas dos filtros geralmente são de fibra de polipropileno ou de poliestileno. Nesta etapa obtêm-se o mosto primário e o mosto secundário (lavagem do bagaço) que segue para o Tanque Intermediário. Deste tanque o mosto vai para o Cozinhador de Mosto (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

O bagaço gerado na filtração é descartado no silo de bagaço e depois vendido.

4.4 Cozimento

A fase de fervura tem como objetivo a evaporação da água excedente, coagulação protéica, esterilização do mosto, transferência dos componentes amargos do lúpulo, inativação das enzimas, formação de substâncias redutoras (de oxigênio) e eliminação de substâncias voláteis indesejáveis.

No cozimento, a coagulação protéica é importante para a formação do trub, pois se não ocorrer corretamente pode influenciar de forma negativa nas etapas posteriores. Como podem existir alguns microorganismos trazidos da água ou malte para o mosto, também é importante que ele seja esterilizado. Nesta etapa também ocorre a isomerização do alfa-ácidos do lúpulo para alfa-iso-ácidos, delegando ao mosto e cerveja princípio amargo de maior intensidade (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

Com a passagem do mosto para o cozimento, também pode haver algumas enzimas que não foram inativadas ainda, e, portanto, o cozimento promove sua inativação. Quanto aos compostos aromáticos indesejáveis, os principais são Sulfeto de dimetila (DMS) e gás sulfídrico (H_2S) que promovem odores indesejáveis na cerveja quando presentes, por isso devem ser eliminados na fervura do mosto (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

A esterilização do mosto se dá a $97\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 55 minutos. Nesta etapa são adicionados a high-maltose, o lúpulo aromático e amargor em forma de pellets, o ácido fosfórico e o Cloreto de Cálcio de acordo com a recita de cada cerveja. Também adiciona-se sulfato de zinco (para ajudar na fermentação) e caramelo (coloração).

No início do cozimento retira-se uma amostra de mosto para medir o pH e fazer as correções necessárias com ácido e no final retira-se uma amostra para análise de pH e extrato do mosto quente. O volume registrado no final do cozimento é o volume de apronte, importante para verificar juntamente com o extrato (obtido no final do cozimento) o rendimento e eficiência do cozimento.

Após a fervura, o mosto quente é enviado ao decantador para retirada de trub, que são flocos de proteínas coaguladas, compostos de lúpulo e outros compostos orgânicos que se precipitam durante a fervura do mosto e que possuem componentes amargos.

4.5 Decantação

Na sala III a decantação é feita no Max Decanter, e na sala I em um equipamento chamado Whirpool.

No Max Dekanter, o mosto repousa por 15 minutos para que o trub quente decante (resíduo do lúpulo) e seja retirado. Após este tempo inicia-se a transferência do mosto para o resfriamento, começando pela parte superior do tanque, sendo que existem três saídas no tanque, de cima para baixo, e a última só é aberta depois que o trub seja completamente retirado.

Se ele não for removido, pode causar alterações na fermentação primária, alterações nas características da espuma (ac. graxos), diminuição da estabilidade do paladar e coloração mais escura na cerveja.

Na transferência do mosto do cozinhador para o Max Dekanter, ocorre evaporação de uma parte da água, ocasionando uma perda de aproximadamente 4% no volume, somada à perda devido à retirada de trub, além de perda de extrato. O trub retirado é enviado para um tanque secundário onde ocorre uma nova decantação. O mosto arrastado pelo trub é arrastado e enviado para outros dois tanques pequenos onde decanta por mais um tempo e depois todo o mosto é enviado para o resfriamento.

No Whirpool, o mosto percorre um caminho tangencial no tanque e produz movimento de rotação que provoca a sedimentação do trub no centro do mesmo. O repouso é de 20 a 25 minutos, sendo após isto o mosto transferido para o resfriamento.

4.6 Resfriamento do mosto

O mosto é resfriado com água gelada até 9,5°C (temperatura de início de fermentação) em um trocador de calor a placas.

Na etapa de resfriamento o mosto fica submetido a um período de carga térmica, que é o tempo total médio entre a trasfega do mosto quente e o término do

resfriamento do mesmo, sendo que este deve ser o menor possível (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

Vários itens devem ser controlados no mosto para garantir que ele esteja adequado, levando a uma boa fermentação, sendo eles: carga térmica total (tempo de cozimento + transferência + decantação+ 0,5 do resfriamento), FAN (Nitrogênio Aminado Livre), cor e amargor, análise sensorial do mosto frio, temperatura (fermento R e não R), arraste de trub, concentração de sólidos, temperatura do resfriamento, nitrogênio coagulável, pH, ITT, grau de sacarificação (lodo quantitativo), entre outros.

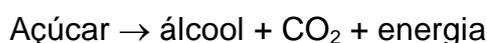
Após o resfriamento o mosto será aerado para ser enviado à fermentação.

4.7 Aeração do mosto

A próxima etapa podendo ser considerada final à brassagem ou inicial à fermentação é a aeração do mosto antes da dosagem do fermento. Nesta etapa controla-se o teor de oxigênio dissolvido no mosto frio. O ar injetado é estéril, e passa por um filtro antes de ser injetado. Como deve estar em bolhas com o menor tamanho possível, passa por uma peça (sinterizado) em que é dividida em pequenas bolhas para maior intensidade da mistura no mosto e saturação mais rápida (TEORIA DA BRASSAGEM, 2002).

5 - Fermentação

A principal etapa dentro do processo de produção da cerveja é fermentação, onde ocorre a transformação do mosto em cerveja através da conversão dos açúcares provenientes do malte e adjuntos na maioria dos compostos responsáveis pelo aroma e paladar da cerveja por meio dos microorganismos (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).



O objetivo da fermentação é conduzir as interações dos parâmetros de processo para obter a cerveja com características organolépticas, químicas e físico-químicas desejadas.

Diversos fatores, físicos (temperatura, pressão osmótica), químicos (Ph, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos, inibidores) e microbiológicos (espécie, linhagem e concentração da levedura, contaminação bacteriana), afetam o rendimento da fermentação, ou seja, a eficiência da conversão de açúcar em etanol. Geralmente as quedas na eficiência fermentativa decorrem de uma alteração na estequiometria do processo, levando à maior formação de produtos secundários (especialmente glicerol e ácidos orgânicos) e biomassa (LIMA, 2001b, p. 15).

5.1 Fermento

O fermento ou levedura utilizado no processo de fermentação é um organismo unicelular também chamado fungo. Os fungos obtêm a energia necessária para seu metabolismo através da respiração quando na presença de oxigênio (meio aeróbico) ou através da fermentação na ausência de oxigênio (meio anaeróbico). A espécie utilizada pela companhia é a *Saccharomyces cerevisiae* (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

A principal função das leveduras na fermentação é consumir os açúcares presentes no mosto, transformando-os em álcool, gás carbônico e energia. Ao longo

da fermentação, além da reação transformando açúcar em álcool e CO₂ o fermento executa várias outras reações em paralelo.

Para garantir sempre as mesmas características da cerveja, é fundamental que estejamos utilizando um fermento puro, ou seja, proveniente de uma mesma origem, sem nenhum tipo de mutação misturada e principalmente nenhum contaminante presente, tais como bactérias ou leveduras selvagens.

5.1.1 Propagação do fermento

O fermento “R” é o fermento puro. O “R” vem de Reinheit que significa puro em alemão. Todas as unidades utilizam fermento “R” proveniente da filial Rio de Janeiro (que possui uma planta de produção de fermento “R”) (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

A partir de células mães armazenadas adequadamente e propagação esta unidade envia o fermento para as demais conforme a necessidade. A qualidade dessas propagações é de extrema importância, pois qualquer falha estaria afetando a qualidade do produto. Quando o fermento “R” chega na unidade deve ser propagado o mais rápido possível pois o stress da viagem provoca morte de células e elevação do pH do meio (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

A Figura 06 mostra o fluxograma do processo de propagação do fermento “R”. O tanque onde é feita a propagação é específico e fica localizado na sala de fermento.

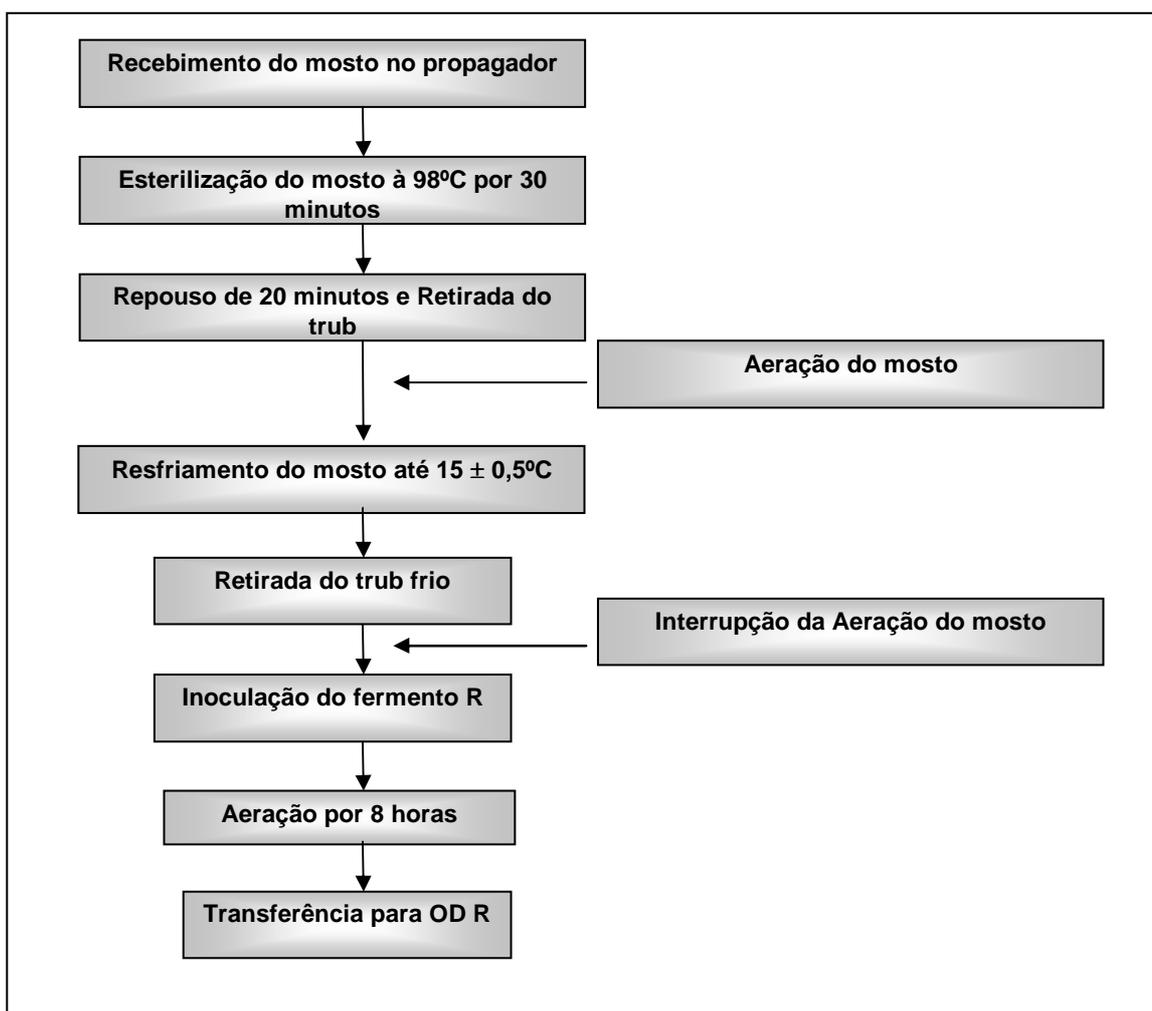


Figura 06: Fluxograma da propagação do fermento.

Durante todo o processo de propagação têm-se o maior cuidado com assepsia para que não haja nenhuma contaminação, pois este fermento dará origem às demais gerações. Para garantir que não exista contaminação no mosto, ele é esterilizado dentro do próprio propagador. Antes do recebimento do mosto faz-se a limpeza (CIP) do propagador para garantir que eles esteja adequado para esta etapa.

Após a esterilização, o mosto é resfriado e aerado para só então ser inoculado quando estiver a 15°C. O mosto deve ser sempre resfriado para inoculação, pois a temperaturas elevadas o fermento poderia morrer. A presença de oxigênio permite e facilita os mecanismos responsáveis pela produção celular. A temperatura e o oxigênio dissolvido regulam a velocidade da taxa de multiplicação

celular. Quanto maior a temperatura e o teor de oxigênio dissolvido, maior será a multiplicação.

A forma ideal de se propagar o fermento "R" é ir adicionando mosto resfriado em pequenas parcelas. Após inoculação no tanque propagador, o mosto é transferido para um tanque fermentador, onde se inicia o processo de fermentação. Quando o extrato deste mosto tiver uma atenuação de 15-20% (na prática 24 horas) adiciona-se a parcela seguinte. Esta atenuação indica o momento do ápice da vitalidade celular, por isso a adição do mosto é feita nesta hora.

5.1.2 Recolha do fermento

Após o final da fermentação, o fermento decanta no fundo do tanque. As camadas de fermento decantadas possuem certas diferenciações que devem ser levadas em consideração antes da sua recolha:

- a camada de baixo é rica em células mortas, trub e em fermento com alto grau de floculação, além disso são mais fracas e contém também microorganismos estranhos que foram precipitados pelo fermento; se deposita rapidamente, não cumprindo plenamente seu papel de transformação de açúcares em álcool e CO₂ e está propenso a provocar fermentações lentas.

- a camada de cima possui células de caráter não floculento, também contém microorganismos estranhos e está fortemente afetada com resinas de lúpulo, taninos e proteínas; o fermento é de difícil decantação e por isso não muito apropriado, há probabilidade de teor de células elevado na maturação e dificuldades de filtração. Camada deve ser descartada.

- a camada do meio possui células mais robustas e fortes, as quais estiveram em menor contatos com microorganismos e adquiriram maior resistência e poder de fermentação. O fermento é ideal para realização da fermentação, não possui rápida sedimentação, nem é de difícil decantação.

Portanto durante a recolha do fermento a primeira camada é descartada (10min descartando no início da retirada), aproveitando-se somente a camada do meio (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

5.1.3 Estocagem do fermento

O fermento quando guardado por muito tempo pode enfraquecer e perder as suas propriedades. Dessa forma, após retirada do fermento e armazenagem, esta última não pode ser feita por muito tempo, devendo ser o fermento inoculado em no máximo 3 dias. Quanto maior for a pausa para o fermento, pior será a sua readaptação (teremos um início de fermentação retardado e conseqüentemente fermentação mais lenta) (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

Quando o fermento retirado de um tanque fermentador volta para a sala de fermento, ele passa a ser uma geração maior que a anterior, por exemplo, após o fermento "R" ele passa a ser geração I e assim por diante, podendo ser utilizado até a geração VII. A temperatura ótima para armazenamento situa-se entre 1 e 3 °C, pois esta temperatura evita degeneração, e o fermento só pode ser reutilizado se em análises laboratoriais for verificado que não há contaminação.

5.1.4 Principais controles em laboratório

Dentro dos muitos cuidados com o fermento existentes, podemos citar:

- Teor de células mortas, grau de compactação, viabilidade, vitabilidade;
- Microorganismos, controle da assepsia fabril.

O teor de células mortas é necessário, pois se sabe que as células da levedura têm um ciclo vital. Para que se tenha uma uniformidade da fermentação, é necessário conhecer o número de células mortas. Quando o fermento foi exposto a um armazenamento prolongado ou submetido a temperaturas extremas, o número de células mortas aumenta.

5.1.5 Autólise do fermento

A autólise do fermento não é desejável e pode levar a alterações na cerveja, como pH mais elevado, coloração mais alta e pior estabilidade de espuma.

A tendência da levedura autolisar depende de seu estado, condição de conservação e seu processamento. A levedura não pode permanecer no tanque

fermentador, em contato com a cerveja já totalmente fermentada sob risco de ocorrer à autólise.

5.2 Processo de fermentação

Como dito no início desta etapa, a fermentação é o processo de transformação de açúcares para álcoois, CO₂, ácidos orgânicos, cetonas, ésteres e calor através da ação de leveduras. A fermentação propriamente dita pode ser dividida nas seguintes etapas representadas na Figura 07 abaixo:

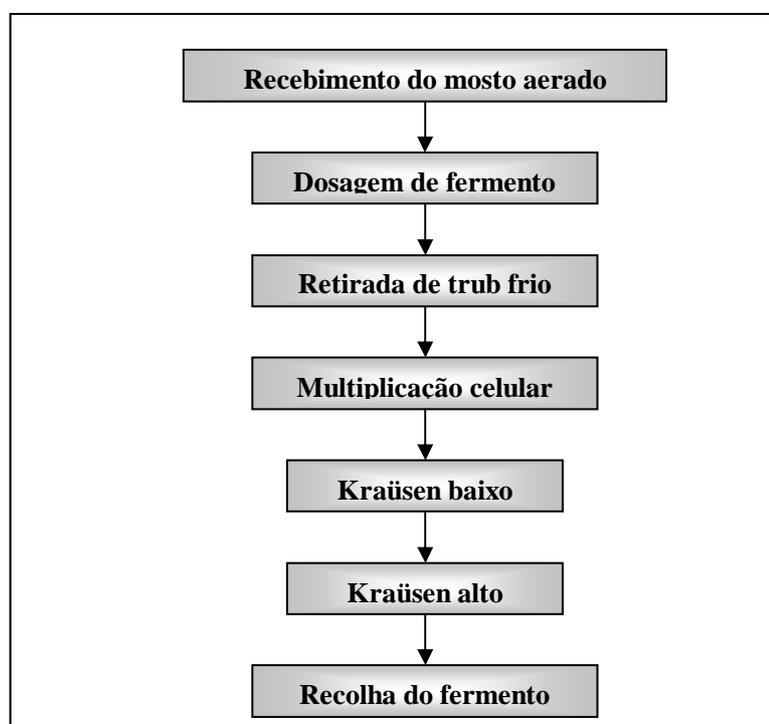


Figura 07: Fluxograma das etapas da fermentação.

5.2.1 Recebimento de mosto aerado

A primeira etapa da fermentação é o recebimento do mosto aerado proveniente das salas de brassagem. O mosto é um líquido extremamente rico em nutrientes, entre os quais se destacam açúcares, lipídeos, proteínas e aminoácidos, bem como os sais minerais e metais entre outros (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

Os açúcares constituem os principais nutrientes do mosto, pois dão origem ao álcool e ao gás carbônico (CO₂). As proteínas têm grande influência no paladar e na espuma da cerveja. Aminoácidos e lipídeos são fundamentais na multiplicação celular, pois constituem a membrana celular, sendo a Valina um aminoácido de papel fundamental na formação do diacetil (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

Entre os sais minerais pode-se destacar o cálcio, que têm influência no paladar e participação fundamental no processo de floculação do fermento, e o zinco que está presente em baixíssimas quantidades, mas tem forte influência na multiplicação celular. Os metais funcionam como catalisadores de algumas reações (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

Para uma boa fermentação deve-se obter um mosto que contenha todos esses elementos nas quantidades ideais. Além disso, a aeração do mosto e do fermento é de extrema importância para bom andamento de uma fermentação. O oxigênio no mosto vai participar de uma série de reações, durante o início da fermentação.

É importante observar ao longo da aeração do mosto que a pressão de ar seja homogênea durante todo o processo, as condições do sinterizado e juntas. Além de se realizar as medições de teor de oxigênio é fundamental que se observe visualmente como está a aeração.

Quanto à assepsia, também é fundamental que ela seja muito rigorosa antes do recebimento do mosto, pois antes da dosagem do fermento o mosto frio é um meio muito rico em nutrientes e altamente propício para o desenvolvimento de microorganismos como bactérias e leveduras selvagens.

O mosto é recebido a 10°C da sala de brassagem e no primeiro mosto faz-se a dosagem do fermento. O tanque deve ser cheio com todos os fabricos programados em até 12 horas. Durante o enchimento o fermento permanece se multiplicando, enquanto estão sendo dosados os cozimentos de mosto aerados. Após o enchimento do fermentador, o fermento continua consumindo o oxigênio para seu crescimento até que ele acabe, quando então inicia o processo de fermentação.

5.2.2 Dosagem do fermento

Após o recebimento do mosto no tanque fermentador, a próxima etapa é a dosagem do fermento. Primeiramente determina-se a quantidade a ser dosada. Para isso devem ser levados em consideração alguns fatores como teor de células mortas, compactação, viabilidade e etc. Todos estes fatores são importantes e entram no cálculo da dosagem de fermento.

De acordo com a programação que é feita pelo supervisor/gestor da área, também se determina qual a geração de fermento a ser utilizada. Faz-se um teste de compactação e teor de células mortas. Não se deve ter mais do que 5 % de células mortas no fermento a ser dosado.

A dosagem de fermento também varia com a concentração do mosto, ou seja, quanto mais concentrado for o extrato do mosto, maior deverá ser a dosagem do fermento. Nas cervejas do tipo Pilsen a dosagem de fermento gira em torno de 10 a 40 milhões de células por ml de mosto (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002). Ao longo da fermentação a população de células de fermento chega a quintuplicar (5x maior).

Antes da dosagem o fermento é aerado, o que tem como função preparar o fermento para a fermentação, ou seja, a célula sai da inércia que ela estava na tina de fermento gelada para iniciar as reações. O fermento deve ser aerado momentos antes de ser inoculado (máximo de 2 h). O melhor momento de dosar o fermento é sempre logo no início do resfriamento, quando da entrada do mosto no tanque (“dosagem contínua e completa no 1º mosto”).

5.2.3 Retirada do trub frio

O trub frio é formado de pequenas partículas que se tornam insolúveis, somente em temperaturas abaixo de 70° C. Ele é formado principalmente por partículas de proteína, polifenóis, lipídios, resinas de lúpulo e metais. Esse trub frio se forma imediatamente após o resfriamento, e deve ser retirado para não prejudicar a fermentação. O trub prejudica a assimilação dos açúcares

fermentescíveis e influencia negativamente na formação de espuma (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

Após o enchimento do tanque, deve-se aguardar apenas o tempo necessário para a decantação do trub para retirada do mesmo (em torno de 10 - 12h). Coloca-se uma peça especial no final do tanque e quando o tempo de decantação for suficiente a abre-se à peça para retirada do mesmo. Tal operação é realizada antes do início da fermentação.

A retirada desse trub é bastante importante, pois ele poderá impactar negativamente na qualidade da cerveja de duas formas (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002):

- Partes dos seus componentes podem se redissolver. A proteína traz um amargor ruim à cerveja, onde os metais catalisam reações de oxidação e os lipídeos deixando a cerveja mais vulnerável ao envelhecimento;
- Por se tratarem de pequenas partículas, o trub frio pode ficar retido nos “poros” da célula de fermento, dificultando as trocas da célula com o meio. Esse trub que fica retido na célula é acumulativo, ou seja, um fermento de quinta geração teria sua membrana extremamente “entupida” caso em nenhuma das suas fermentações fosse retirado o trub frio.

Esse “entupimento” da membrana provocaria uma lentidão de todas as reações que a célula faz, além de provocar um aumento na mortalidade das células e uma redução na sua viabilidade (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

5.2.4 Início da fermentação

O gráfico da Figura 08 mostra a atenuação do extrato em função do tempo nas etapas da fermentação e maturação.

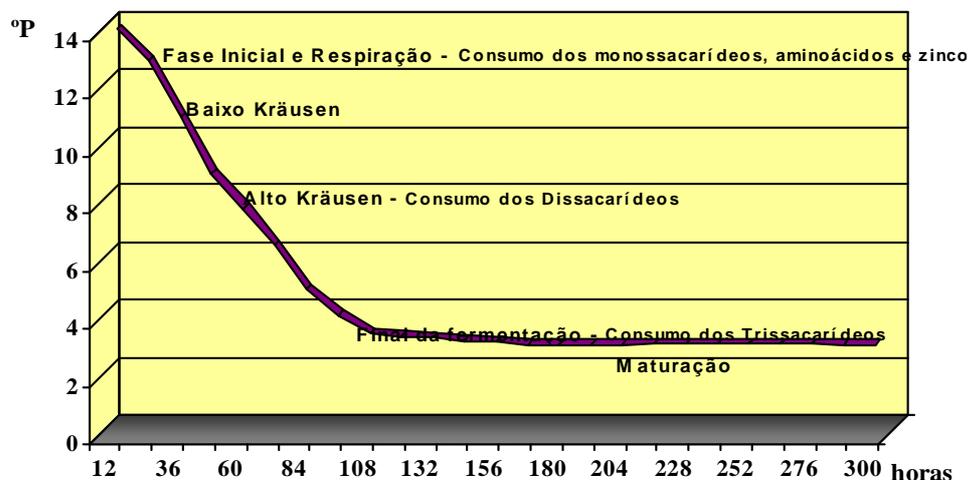


Figura 08: Atenuação do extrato em função do tempo.

Fonte: Ambev, 2002.

No início da fermentação ocorre a fase de adaptação do fermento. Nas primeiras 12 a 18 horas, o fermento apenas se duplica, o CO₂ está no início de sua formação e nesta fase não tem-se ainda a formação de espuma. Na fase de duplicação o fermento consome os nutrientes do mosto (monossacarídeos, aminoácidos e zinco) e oxigênio. Em 24 horas, a temperatura aumenta ainda devagar (cerca de 0,5 a 1 °C), a atenuação do extrato é de apenas 0,4 a 0,8 % e o pH cai em 0,25 a 0,30 (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

5.2.5 Krausen baixo (espuma)

Nesta fase a fermentação é intensificada, há uma pequena formação de espuma e maior formação de CO₂. Esta fase dura cerca de 2 dias e nela ocorre a precipitação das resinas de lúpulo e componentes do trub (proteínas) e multiplicação do fermento (triplica) (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

A atenuação do extrato em 24 horas é de 0,8 a 1,0 %, a temperatura aumenta de 1,5 a 2,0 °C e o pH cai de 0,6 a 0,8.

5.2.6 Krausen alto (espuma)

Tem início no 3° e 4° dias e dura cerca de 3 dias, dependendo das temperaturas. Nesta fase a fermentação é mais intensa, a atenuação do extrato em 24 horas é de 1 a 2 %, a temperatura aumenta em 3 a 5 °C no máximo, o pH atinge seu limite em torno de 4,0 a 4,4, o CO₂ está em sua formação máxima e o kräusen (camada de espuma) atinge alturas de até 30 cm e toma coloração marrom (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

Nesta fase também, ocorre com a máxima intensidade a precipitação das partículas insolúveis, como ligações de taninos e proteínas, além das resinas de lúpulo.

5.2.7 Final da fermentação

A camada de espuma começa a cair, formando uma película espessa, que não deve ser rompida. A atenuação do extrato em 24 horas é de 0,2 a 0,3 %. O pH permanece inalterado.

5.2.8 Reações físico-químicas durante a fermentação

Durante a fermentação ocorrem diversas reações físico-químicas para transformação do mosto em cerveja. Algumas destas reações estão descritas abaixo:

- Atenuação do extrato através da transformação da maltose em álcool e CO₂;
- Redução do pH de 5,4 ~ 5,7 do mosto para 4,0 ~ 4,6 na cerveja fermentada;
- Redução do oxigênio dissolvido: no mosto é de 8,0 a 10 mg/l e após a fermentação é de ~ 0,02 mg/l;
- Alterações na cor: durante a fermentação a cerveja adquire uma cor mais clara, provocada pela variação ou queda do pH, pode ocorrer queda de até 3 EBC (European Brewery Convention);

- Alterações na proporção de proteínas: a quantidade total de proteínas é reduzida durante a fermentação em 20 a 25 % através de assimilação pelo fermento, da coagulação ou de precipitação.

5.2.9 Controles durante a fermentação

Para garantir e monitorar o andamento da fermentação, esta é controlada através de curvas de temperatura, atenuação do extrato, redução dos valores de pH, redução do diacetil, teor de iso - humulona no final da fermentação (amargor), contagem de células (determinar o número de células quando da trasfega para a maturação) (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

Na prática, valem como critérios apenas os 2 primeiros controles: através do acompanhamento da atenuação dos extratos, obtém-se o valor do grau de fermentação aparente, o qual relacionado com o grau de fermentação final, indicará o momento certo para a trasfega.

Nesta unidade utiliza-se como critério a distância ao grau final, que é a diferença entre o extrato primitivo no final da fermentação e um valor teórico de extrato primitivo de uma fermentação forçada em laboratório, que determina a capacidade máxima de fermentação e portanto o mínimo extrato possível para aquele mosto.

Quando a cerveja atinge a distância ao grau final é feita a abertura do frio para diminuição da temperatura e conseqüente decantação do fermento, para que o fermento seja recolhido e possa ser iniciada a trasfega para a maturação.

A duração ou tempo de uma fermentação, desde o momento de dosagem do fermento no mosto até sua trasfega para a maturação dura em média de 5 a 8 dias. Este tempo depende de diversos fatores, como aeração durante o resfriamento de mosto, tipo de fermento e a quantidade dosada, concentração e qualidade do mosto, temperatura de fermentação e quantidade de trub.

Ao final da fermentação os compostos característicos da cerveja são etanol, álcoois superiores, aldeídos, ácidos orgânicos, esterres, cetonas, fenóis, compostos sulfurosos, dextrinas e açúcares (TEORIA DA FERMENTAÇÃO, 2002).

6 - Maturação

Os principais objetivos da maturação são amadurecimento das características de paladar e aroma da cerveja, eliminação de substâncias sulfonadas (H_2S), redução da distância ao grau final, saturação em CO_2 e principalmente a clarificação (Teoria da Maturação, 2002).

Após o final da fermentação, a cerveja é trasfegada para os tanques maturadores onde permanece em repouso por alguns dias com temperatura entre -2 e $0^\circ C$.

Para garantir uma boa maturação, alguns itens são fundamentais: temperatura de maturação, tempo de maturação, teor de dicetonas no final da maturação, distância ao grau final e teor de oxigênio dissolvido. Durante o processo todos estes itens são controlados, sendo feitas análises laboratoriais e também uma análise sensorial diária dos maturadores para garantir sua qualidade.

6.1 Temperatura de maturação

A temperatura de maturação é um fator muito importante na clarificação da cerveja, devendo ser mantida entre -2 e $0^\circ C$.

A clarificação da cerveja ocorre devido à precipitação de substâncias causadoras de turvação, proteínas, taninos, polifenóis, trub e redução de células de fermento em suspensão.

Alguns fatores que podem influenciar a clarificação são tamanho, tipo e quantidade das partículas formadoras de turvação; temperatura de maturação, quanto mais baixa, melhor a clarificação; tempo de maturação (quanto maior o tempo melhor a clarificação); relação altura / diâmetro do maturador; contra pressão de maturação; intensidade da maturação (quanto maior o contato entre partículas, maior aglutinação) e viscosidade da cerveja (mosto de apronte, quanto maior mais difícil clarificação) (TEORIA DA MATURAÇÃO, 2002).

6.2 Tempo de maturação

O tempo de maturação deve ser adequado para amadurecimento das características de paladar e aroma (proporcionando às cervejas suas características desejadas), eliminação de substâncias sulfonadas, saturação em CO₂ e adequada clarificação. Quando o tempo é muito elevado, pode provocar riscos de autólise (devido a presença de células expostas a baixo teor de extrato), elevação do pH proveniente de autólise das células de fermento, paladar de fermento no produto acabado e redução estabilidade de espuma (TEORIA DA MATURAÇÃO, 2002).

6.3 Dicetonas totais no final da maturação

Em condições normais, os valores de dicetonas na maturação são menores que na fermentação, pois após a abertura de frio até atingir a temperatura de maturação tem-se atividade da levedura. Na maturação, em temperaturas mais baixas e com menor número de células em suspensão a redução é muito lenta.

Alguns fatores podem influenciar o valor de diacetil no fim da maturação, fazendo com que eles sejam maiores que na fermentação: absorção de oxigênio durante trasfegas e contaminação microbiológica.

6.4 Teor de oxigênio dissolvido

O oxigênio é indesejado em praticamente todo o processo cervejeiro podendo provocar diversos danos à qualidade da cerveja. A presença de valores elevados pode promover o aumento do teor de diacetil, aceleração da oxidação provocando o envelhecimento e dificuldade de clarificação. Durante a transferência da cerveja fermentada para a maturação deve-se tomar todo cuidado para que não haja absorção de O₂ na trasfega e também devido à perdas de pressão durante maturação (TEORIA DA MATURAÇÃO, 2002).

6.5 Análise sensorial

No final da maturação é feita uma análise sensorial para verificar a normalidade das características organolépticas.

No final da maturação quando praticamente todos os itens anteriores foram verificados e apresentam-se normais, respeitando-se o tempo de maturação praticado na unidade, antes do envio da cerveja maturada para a filtração é feita a retirada do Geläger.

O Geläger é constituído por proteínas insolúveis, taninos, polifenóis, trub e células de fermento que não foram retiradas durante a centrifugação. Após a retirada do Geläger, a cerveja maturada pode ser enviada para a filtração.

7 - Filtração

A filtração é a última fase do processo de produção onde a qualidade pode ser ativamente influenciada. Neste processo as partículas presentes na cerveja são separadas pela passagem desta através de um meio contendo material poroso. A separação ocorre devido à diferença de pressão entre a entrada e a saída do filtro, sendo a pressão de entrada sempre maior que a pressão de saída. O diferencial de pressão aumenta no decorrer da filtração devido diversos fatores (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

O objetivo da filtração é tornar a cerveja límpida e cristalina, com estabilidade microbiológica (sem microorganismos), físico-química (coloidal = turbidez), organoléptica (sabor/odor) e de espuma.

Isto ocorre através da retirada de microorganismos, de partículas turvadoras e da retirada ou diminuição de substâncias que podem posteriormente provocar turvação: polifenóis (taninos) e proteínas, através da filtração sob contra - pressão e a baixas temperaturas para que a cerveja não perca a saturação de CO₂ e da dosagem de estabilizantes (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

7.1 Estabilidade da cerveja

Em reação à estabilidade físico química, as substâncias turvadoras que comprometem a estabilidade na maioria das vezes são colóides que deverão ser eliminados ou separados da cerveja antes do envase. Os principais responsáveis pela turvação de uma cerveja são os polifenóis e proteínas que se juntam formando moléculas grandes. A solubilidade diminui com o aumento destas moléculas e então esses colóides podem precipitar causando a turbidez (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

Diversas proteínas e taninos de alto peso molecular estão presentes na cerveja e tendem a se combinar lentamente e formar um complexo coloidal insolúvel:

Este complexo coloidal se forma em grande parte durante a maturação a baixas temperaturas, com a redução do pH e com a menor solubilidade em solução alcoólica, devendo ser eliminado durante a filtração da cerveja (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

No entanto, as reações podem prosseguir depois da filtração, se permanecerem suficientes quantidades de proteínas e taninos solúveis na cerveja filtrada.

O complexo coloidal é solúvel a temperaturas de ~ 2 °C ou mais, mas se torna insolúvel a temperaturas de refrigeração em que a cerveja é consumida.

As diversas técnicas empregadas para estabilidade coloidal na cerveja baseiam-se na eliminação da proteína e/ou tanino da cerveja, ou fazer que a proteína ou o tanino sejam incapazes de formar o complexo (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

A estabilidade biológica da cerveja é ameaçada pelos microorganismos que estão em condições de se desenvolver nela e causam turvação, sedimentos e alteração do paladar. O número destes microorganismos é pequeno, tendo em vista que a cerveja contém álcool, CO₂, componentes do lúpulo e pH baixo, sendo que aliado à sua condição anaeróbia, a maioria dos microorganismos, principalmente os patogênicos, não encontram condições para se desenvolverem. Por isto, geralmente só se desenvolvem bactérias lácticas e leveduras (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

A Estabilidade organoléptica é definida pela resistência da cerveja à mudança de aroma e paladar ao longo do tempo. Esta estabilidade é determinada por sua atividade antioxidante, que depende das condições de cada processo cervejeiro, das matérias primas ao envase e também estocagem (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

Todas as operações com a cerveja, efetuadas após a fermentação, devem ser feitas ao abrigo do oxigênio. A adição de antioxidantes na cerveja filtrada não corrige os efeitos de operações anteriores mal conduzidas.

Para que a espuma tenha estabilidade, ela deve ter volume, aspecto (cremosidade - bolhas pequenas), estabilidade no copo (mínimo 10 min) e aderência (anel de espuma).

7.2 Princípios da clarificação

Depois da fermentação a cerveja está extremamente turva devido à presença de levedura (~ 300.000 células/ml) e do complexo coloidal de proteína - tanino que se forma e precipita. Esta turbidez deve ser reduzida para fazer que a cerveja seja brilhante o suficiente para a comercialização. A operação de filtração pode ocorrer por efeito de peneira, efeito de adsorção e efeito de profundidade (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

7.2.1 Efeito de peneira

O efeito de peneira é a atuação mecânica na superfície de uma camada filtrante, provocada pelo próprio fluxo de escoamento.

7.2.2 Efeito de adsorção

O efeito de adsorção é obtido através de diferença de cargas elétricas do material filtrante e das partículas de turvação. Geralmente, as partículas a serem removidas da cerveja possuem carga negativa. Usando meio filtrante com carga positiva, estabelece-se uma propriedade adesiva (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

A propriedade de adsorção esgota-se com o avanço da filtração, devido ao acúmulo de substâncias adsorvidas, e dessa forma a dosagem do material filtrante deve ser contínua na corrente de cerveja não filtrada ou turva. Um exemplo de material filtrante utilizado nesta operação é o PVPP (Polivinil Polipirrolidon).

7.2.3 Efeito de profundidade

O efeito de profundidade ocorre quando as partículas de turvação passam da superfície para o interior da camada filtrante. As partículas a serem filtradas são, portanto, menores do que a porosidade da superfície do meio filtrante. Este tipo de filtração ocorre no Filtro KG, onde se utiliza como meio filtrante terra infusória (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

7.3 Descrição do processo

A Figura 08 abaixo mostra o fluxograma da filtração. O processo será explicado nas etapas seguintes.

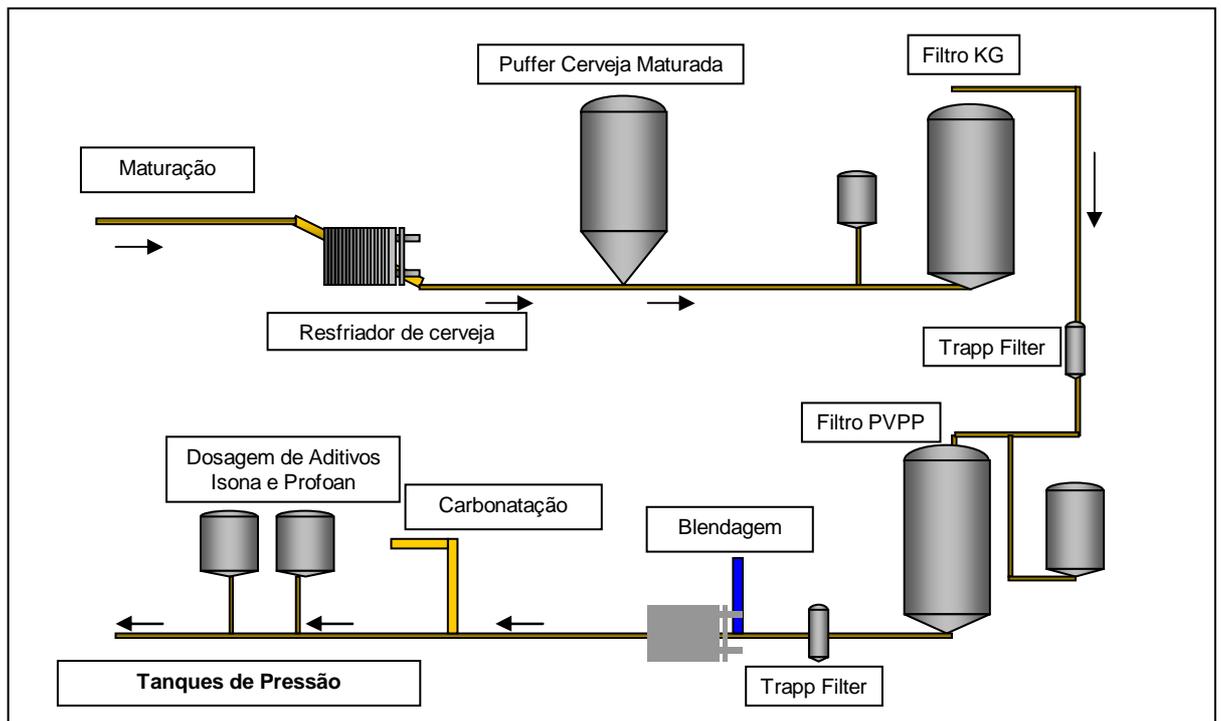


Figura 08: fluxograma da filtração.

Fonte: Ambev, 2002.

7.3.1 Resfriamento e tanque pulmão

Nesta etapa, a cerveja maturada proveniente da etapa anterior passa por um trocador de calor onde é resfriada para garantir uma temperatura de no máximo 0.5°C, desejada para filtração.

Em seguida, uma parte da cerveja proveniente da maturação é enviada para um tanque pulmão (Puffer), pois possui carga de células mais elevada.

7.3.2 Primeira filtração – Filtro KG

A outra parte da cerveja é enviada para o primeiro filtro, chamado KG, que atua por profundidade. Depois de determinado tempo de filtração, quando a carga de células do filtro está mais elevada, a cerveja do Puffer é enviada para o filtro KG. Esta cerveja não é enviada primeiro para não saturar o filtro logo no início, podendo-se obter um ciclo de filtração menor. Ciclo de filtração pode ser definido como o tempo de filtração entre uma circulação e outra.

O filtro KG possui como elemento filtrante a terra infusória. Para a filtração de cerveja, a característica essencial na composição de um meio filtrante é a de não proporcionar qualquer alteração nas propriedades físico - químicas da cerveja.

A terra infusória é uma substância estrutural microscópica de esqueletos fossilizados de algas pré-históricas, chamadas diatomáceas. São obtidas de grandes minas, sendo a diatomácea bruta moída, liberada das substâncias orgânicas através de calcinação a 800 °C e limpa. Através de ciclonagem por ar, a terra é separada em granulometrias diversas. Os diferentes formatos e granulometrias influenciam na capacidade, rendimento e eficácia da filtração (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

No filtro KG, os elementos filtrantes (terra infusória) são empilhados uns sobre os outros de maneira dar a sustentação sobre a qual se forma a torta ou bolo filtrante através da deposição dos auxiliares filtrantes. Um eixo horizontal transversal aos elementos filtrantes faz a distribuição do fluxo do produto filtrado ou não filtrado através do filtro (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

A filtração se processa, exclusivamente, pela parte superior dos elementos filtrantes (terra infusória) onde o filtrado (coágulos protéicos e as células de fermento restante) é recolhido pela parte inferior destes e direcionado ao canal de distribuição formado pelo eixo central. O fato dos elementos filtrantes se encontrarem na posição horizontal faz com que este tipo de filtro seja bastante resistente a golpes de pressão e quedas de energia (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

Na limpeza, a terra infusória é derrubada girando-se as peneiras e retirada através de pressão. O enxágüe é feito no sentido primeiramente com spray nas placas e após retirada quase toda a terra, é feito no sentido contrário ao da

cerveja filtrada, com água por cerca de 40 minutos. Após 5 a 7 dias de filtração, é necessário uma circulação com soda cáustica quente.

Após o filtro KG, a cerveja é enviada para um filtro chamado “trapp”, onde será retirada a terra que passar pelo KG. Este filtro utiliza elementos filtrantes do tipo “manga”. Quando o “trapp” ficar com uma boa quantidade de resíduos, ele é lavado e posto novamente no suporte de aço inoxidável.

7.3.2.1 Formação das camadas filtrantes

Para preparação de pré - camada, utiliza-se terra grossa. Para a formação da camada efetiva de filtração (dosagem) utilizam-se terras mais finas.

- 1º Pré-camada

A porosidade da estrutura de sustentação é inadequada para uma ação filtrante regular, e por isso deve ser coberta por uma camada de apoio com terra infusória grossa. Essa pré - camada tem como tarefa assegurar a cobertura e servir de ponte entre os poros ou malhas da estrutura de sustentação e garantir a correspondente resistência quando é feita a 2ª camada com suspensão de terra infusória fina. Esta última é que assegura a perfeita clarificação do filtrado primário ainda turvo.

- 2º Pré-camada

Sobre a 1ª pré-camada definida forma-se a 2ª pré-camada, que será a camada filtrante para as partículas turvadoras da cerveja. O grau de finura granulométrica da terra a empregar determinará o grau de limpidez do filtrado e depende do tipo, quantidade e tamanhos das partículas de turvação contidas nas cervejas.

- Dosagem Contínua

A dosagem contínua para a cerveja bruta não filtrada é de cerca de 50 a 120 g/hl de terra infusória de granulometria fina. Usualmente utiliza-se a mesma proporção de mistura daquela dosada para a formação da 2ª pré-camada.

Uma constante sedimentação da terra infusória mantém permeável a camada filtrante, evita a infiltração de partículas na estrutura metálica de apoio apesar do

aumento da pressão e renova constantemente a camada de filtração, assegurando a ação de retenção.

O ciclo de filtração termina quando se atinge a carga máxima do filtro, devido ao atingimento do volume máximo de absorção das pré-camadas, trub e dosagem constante de terra. Neste instante, se atinge a máxima diferença de pressão entre a entrada e saída do filtro, fazendo-se necessário limpar as telas para iniciar um novo ciclo de filtração. O ciclo pode durar de 6 a 9 horas.

7.3.3 Segunda filtração – filtro de PVPP

Após a filtração no filtro KG, a cerveja é enviada para um segundo filtro onde se obterá a estabilidade coloidal da cerveja. Este filtro opera como o anterior, no entanto possui como elemento filtrante o PVPP, atuando por diferença de cargas para eliminar os polifenóis presentes na cerveja e garantir a estabilidade coloidal.

Em geral os custos necessários para a instalação inicial do sistema são mais elevados (por se necessitar de equipamentos mais específicos). No entanto no aspecto qualidade permite que a ação de estabilização seja somente nos polifenóis, mantendo as demais estruturas, como proteínas, intactas (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

O PVPP utilizado é regenerável, ou seja, no final do ciclo de filtração o PVPP é removido das telas para um tanque de regeneração onde será “lavado” com NaOH e água em diferentes etapas para remover os polifenóis. Após a operação de regeneração, o PVPP é circulado dentro do filtro para formação de novas camadas de filtração podendo-se iniciar um novo ciclo.

Antes de ser enviada para a próxima etapa, a cerveja passa por um outro filtro “trapp” para remover PVPP que possa estar presente.

7.3.4 Blendagem e Carbonatação

A próxima etapa é a blendagem de água e carbonatação. A cerveja é produzida na unidade pelo sistema High Gravity, onde deve ser blendada com água cervejeira para atingir o extrato desejado, pois é feita “concentrada”.

A água de diluição usada na blendagem não pode acarretar efeitos prejudiciais à qualidade da cerveja, e por isso é livre de contaminantes químicos e microbiológicos, declorada, inodora, desaerada e resfriada. A água cervejeira antes de ser blendada passa por um sistema de decloração com uso de carvão ativo, desaeração saindo com teor de O₂ menor que 20 ppb e por um sistema de refrigeração com amônia para ser resfriada à temperatura adequada. Também há controle sensorial desta água periodicamente (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002).

A carbonatação e blendagem são feitas em um equipamento chamado Centec, que regula a quantidade de água e CO₂ automaticamente, dependendo do teor de extrato e saturação de CO₂. A cerveja fermentada está saturada com apenas ~ 0,3 % em peso de CO₂ e a maturada está com 0,4 a 0,5 %. Como uma cerveja com menos de 0,40 % de CO₂ em peso é chamada pelo consumidor de choca, há a necessidade de carbonatação.

O CO₂ é gerado naturalmente durante a fermentação, depois é captado e beneficiado pela Casa de Máquinas e é reinjetado na cerveja na filtração. A qualidade do CO₂ injetado nas cervejas ou utilizado na contra-pressão dos tanques é de importância fundamental, e por isso há também um controle sensorial de rotina através de degustação.

A carbonatação é feita por injeção de CO₂ através de um difusor de aço inoxidável, durante a transferência da cerveja através da tubulação. O difusor cria bolhas finas de 10 a 100 μ que ingressam facilmente na solução, sempre que a cerveja não está saturada de CO₂. Após a blendagem e carbonatação, a cerveja é enviada para a Adega de Pressão, de onde irá para o envase.

8 - Adega de pressão

Antes do envase, a cerveja filtrada fica armazenada nesta adega em tanques de pressão. Estes tanques são construídos de forma a manterem uma pressão interna de 0,7 a 0,9 kgf/cm², para que a cerveja seja em seguida enviada ao envase na pressão adequada.

Antes do recebimento da cerveja, os tanques recebem injeção de ar comprimido para sua pressurização. Em seguida é injetado CO₂, que devido à diferença de densidade, permanece na base do tanque, abaixo do ar, formando um colchão entre o ar e a cerveja, e evitando assim a oxidação.

Conforme a cerveja é recebida, o ar vai sendo expulso e a pressão é mantida. A partir dos tanques de pressão a cerveja é bombeada para as linhas de envase de lata, garrafa e barril. A linha é mantida com água até o envase para que a cerveja não oxide.

Na adega de pressão não ocorre nenhuma alteração com a cerveja filtrada. São feitas várias análises físico-químicas durante o enchimento do tanque para garantir a qualidade da cerveja, pois enquanto ocorre o enchimento do tanque os operadores ainda podem interferir na filtração caso algum parâmetro esteja fora das especificações. As análises feitas são principalmente: mosto básico, espuma, turbidez, CO₂, cor, O₂ dissolvido e pH (TEORIA DA FILTRAÇÃO, 2002)..

9 - Serviços de Suporte

9.1 Meio Ambiente

A área de meio ambiente também está diretamente relacionada à maioria das demais áreas, sendo de grande importância para o funcionamento principalmente do Processo e do Packaging. Esta área deve operar continuamente e corretamente para atender a demanda de efluentes gerados, pois caso contrário pode provocar paradas no processamento da cerveja.

A Ambev possui uma grande preocupação com a área ambiental, procurando preservar os recursos naturais e através de uma política de aproveitamento de

subprodutos. Nesta unidade há também uma Estação de Tratamento de Água (ETA), e outra de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI).

9.1.1 Estação de Tratamento de Água

Toda a água consumida nesta unidade é captada e distribuída pela ETA. A unidade possui três poços artesianos ativos que atendem a demanda da fábrica, sendo um com capacidade para 100m³/h com 200m de profundidade, e 2 com capacidade de 250m³/h com profundidade de 300 metros, não havendo captação de água do rio devido à sua baixa vazão.

Alguns parâmetros são avaliados diariamente para verificação da qualidade da água, como ph, teor de cloro, coloração, turvação da água, teor de Fe, Zn, Cd, coliformes totais e fecais entre outros dependendo da sua utilização.

Toda a água retirada dos poços é tratada com ácido sulfúrico e hipoclorito de Sódio, corrigindo o ph que é ligeiramente alcalino, em torno de 8 a 8,2, para um PH entre 6,9 e 7,1, tornando-a potável e dentro dos padrões da Ambev para utilização na Cerveja. Além disso, recebe tratamento para correção do teor de cloro e depois é enviada para um tanque onde é desgaseificada. A armazenagem da água se dá em 5 reservatórios de 500m³ cada, de onde então pode ser consumida.

9.1.2 Estação de Tratamento de Efluentes Industriais

Os efluentes industriais são todos os resíduos líquidos da fábrica (água da lavadora, enchedora, assepsia, lavagem de piso, descarga de banheiros, etc.). Estes resíduos possuem de características orgânicas e químicas (lipídios, glicídios, polissacarídeos, proteínas) e precisam ser tratados antes de serem lançados no rio para não provocarem impacto ambiental.

A principal meta no tratamento de efluentes é a diminuição da sua carga orgânica, que pode ser medida pela Demanda Química de Oxigênio (DQO) ou Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Neste caso a medidas são feitas em DQO

e depois convertidas para DBO, que é uma análise muito demorada (5 dias) em comparação com a anterior (2 horas).

A primeira etapa no tratamento dos efluentes é o gradeamento, onde ficam retidos os sólidos maiores que são arrastados juntamente com a água. Em seguida o resíduo vai para a sedimentação, onde tipos de réguas quebram o fluxo da água para sedimentação de terra e areia.

Após essa etapa, a água vai para um tanque pulmão de onde será bombeado para as próximas etapas. Ao lado do tanque pulmão existe um tanque reserva para o caso de ocorrer algum vazamento de resíduo tóxico que não pode entrar em contato com os microorganismos da próxima etapa do tratamento.

Em seguida, os efluentes passam pelo peneiramento, última etapa para de remoção de resíduos sólidos que ainda restaram no efluente. Nesta etapa a carga orgânica ainda é elevada (de 1200 – 1400 mg/L de DBO). Após o peneiramento, o efluente é enviado para um tanque onde será equalizado o pH antes de ser enviado ao reator, onde ocorre hidrólise de alguns compostos.

No reator anaeróbio de lodo ativado é onde ocorre a degradação dos compostos orgânicos, por meio de microrganismos. O efluente fica retido por 3 – 4 horas, e praticamente 70% da degradação ocorre nesse reator, ocupando um baixo volume, com baixo tempo e alta eficiência.

O reator possui fluxo ascendente, onde o efluente fica sendo bombeado enquanto o lodo consome sua carga orgânica, tendo como produto final metano, sulfetos, CO₂, água e outros gases. Isto ocorre através de três principais etapas: transformação da carga orgânica em ácidos orgânicos, transformação de ácidos orgânicos em acetatos e a etapa mais importante que é a transformação de acetatos em metano.

A transformação em ácidos orgânicos é sete vezes mais rápida que as demais etapas, e isso pode gerar uma diminuição no pH, afetando os microorganismos. O controle do pH é muito rigoroso, mas o grande fluxo de efluentes e a presença de acetatos que possuem efeito tamponante favorecem a manutenção do pH dentro de uma faixa adequada.

O reator também possui um tubo central com defletores que captam o gás produzido no tratamento e são enviados para um gasômetro e para lavagem de gases, e posteriormente para a queima. Através do gasômetro pode-se controlar o

bombeamento de efluentes para o reator ou diminuição da carga que entra nela, pois o teor de gás é proporcional à carga retirada do efluente. A carga deve ser controlada para que os microorganismos não sejam sobrecarregados, sendo que estes possuem um limite para atuar corretamente.

No final da etapa, o efluente resultante vai para uma série de lagoas de tratamento anaeróbio onde a carga orgânica restante será degradada por outros microorganismos.

A primeira lagoa possui muita aeração e os microorganismos provenientes do próprio ambiente vão se multiplicando e formando aglomerados, para o qual utilizam-se da carga orgânica restante, e assim ela vai sendo degradada.

Na segunda lagoa de tratamento a aeração é menor, e devido à diminuição de O₂ e de nutrientes, os microorganismos vão se decantando, sendo esta lagoa denominada lagoa de polimento.

Em seguida, o efluente é lançado na terceira e última lagoa, também de polimento, onde praticamente não há aeração e o restante dos microorganismos decantam. Nesta lagoa a carga orgânica já alcançou os níveis desejados e o efluente agora tratado pode ser lançado no rio sem prejudicar o seu equilíbrio.

O ETEI ainda possui um laboratório onde são feitas análises durante todo esse processo, todos os procedimentos são padronizados e possuem laudo de aspectos de impacto ambientais.

9.1.3 Subprodutos e resíduos

Todos os resíduos e subprodutos gerados no processamento e demais setores da fábrica são reaproveitados na unidade e inclusive geram uma receita para a companhia. Os resíduos produzidos são plásticos (bombonas e outro), papel (rótulos, descarte em lixo), caco de vidro, bagaço de malte, fermento úmido e metal (rolhas e outros).

A empresa possui um sistema de coleta seletiva, onde são separados plásticos, papéis, vidros e metais, sendo que, uma parte do lixo é vendida para

empresas de reciclagem e a parte não aproveitável é incinerada (lixo orgânico e outros). A coleta feita na fábrica é armazenada em um galpão onde são guardados os materiais para venda posterior. Todos os parceiros que reciclam os materiais vendidos são verificados pela área de meio ambiente, e devem possuir políticas ambientais adequadas.

Os papéis e plásticos são reciclados, sendo os plásticos vendidos moídos para que não haja problema de voltar com rótulos e produtos diferentes, assim como garrafeiros. Os resíduos contaminados (com óleos, graxas e outros materiais) são enviados para incineração e os metais recolhidos são vendidos para um tipo de ferro velho.

O bagaço de malte gerado nos filtros prensa e tina filtro são vendidos para ração animal após análises microbiológicas. O fermento, após última reutilização é seco e vendido como complemento para ração animal, ou vendido úmido para usinas que também fazem ração mesclando com suas leveduras. Todos os resíduos geram uma receita de 300 a 400 mil reais/mês e 99,7% dos resíduos gerados são aproveitados.

9.2 Utilidades

O setor de utilidades responsável pelo gerenciamento e fornecimento de ar comprimido, vapor, energia elétrica, CO₂ e frio para as demais áreas da fábrica.

O ar comprimido é captado através de um sistema de compressão de ar e passa por filtração antes de ser utilizado no processo. O ar destinado ao acionamento de válvulas também recebe lubrificação.

O CO₂ é produzido na fermentação e depois captado e beneficiamento na própria companhia. No processo de beneficiamento ele é lavado para remoção de impurezas e purificado antes de ser armazenado. Além de ser consumido na cerveja, a quantidade de CO₂ produzida é muito grande e por isso ele também é vendido para a unidade de Jundiaí, onde é utilizado nos refrigerantes.

O vapor usado na unidade é gerado através de uma caldeira terceirizada, movida a biomassa (cavaco, restos de madeira) e uma própria de óleo BPF. O vapor é produzido a uma pressão de 8 – 11 kgf/cm² e distribuído para as áreas onde é utilizado.

A produção de frio se dá por um sistema de compressão com amônia, onde é gerada água gelada para utilização no processo (trocadores de calor) e resfriamento de solução de etanol para resfriamento dos tanques fermentadores e maturadores.

A unidade também possui torres de resfriamento para reaproveitamento da água quente proveniente dos pasteurizadores.

Conclusão

A cerveja é uma bebida antiga e, desde sua origem, seu processamento sofreu muitos melhoramentos. O domínio da tecnologia cervejeira garante uniformidade e qualidade na produção, características fundamentais para a conquista do mercado consumidor.

Considerada um produto perecível, suas alterações podem ser percebidas com o passar do tempo onde são afetadas aroma, sabor e aparência. Essas alterações podem ser minimizadas através do monitoramento de itens de controle e seus parâmetros durante a execução de todas as etapas do processo de produção.

O controle e qualidade da matéria-prima, bem como sua adequada seleção, tempo e temperatura que o produto permanece em cada etapa do processo, monitoramento de incorporação de oxigênio, controle da contaminação na fermentação, as análises físico-químicas, microbiológicas são parâmetros de controle fundamentais para não afetar a estabilidade do produto final.

Para obter um produto final de qualidade se consegue cumprindo rigorosamente todas as etapas do processo e ainda o monitoramento do produto no mercado, tudo para atender as exigências do consumidor.

Referencias

AMBEV - COMPANHIA de Bebidas das Américas . Investidores. Disponível em www.ambev.com.br. Acesso em 25 abr 2007.

AQUARONE, Eugênio; LIMA, Urgel A.; BORZANI, Walter (Coord). **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

LIMA, Urgel de Almeida (Coord.). et al. **Biotecnologia Industrial: processos fermentativos e enzimáticos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001b, v. 3.

_____. et al. **Biotecnologia Industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001 a , v.4.

MATÉRIAS PRIMAS. Curso de Operador Cervejeiro. Filial Agudos: Companhia de Bebidas das Américas - Ambev, 2001. Apostila.

TEORIA DA BRASSAGEM. Curso de Operador Cervejeiro. Filial Agudos: Companhia de Bebidas das Américas - Ambev, 2002. Apostila.

TEORIA DA FERMENTAÇÃO. Curso de Operador Cervejeiro. Filial Agudos: Companhia de Bebidas das Américas - Ambev, 2002. Apostila.

TEORIA DA FILTRAÇÃO. Curso de Operador Cervejeiro. Filial Agudos: Companhia de Bebidas das Américas - Ambev, 2002. Apostila.

TEORIA DA MATURAÇÃO. Curso de Operador Cervejeiro. Filial Agudos: Companhia de Bebidas das Américas - Ambev, 2002. Apostila.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. (Cood.). **Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.