



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

**PRISCILA TAVARES PESSOA**

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA  
UM ESTUDO DE CASO**

Fortaleza – CE

2011

PRISCILA TAVARES PESSOA

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA  
UM ESTUDO DE CASO

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Química, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Área de concentração: Engenharia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. João José Hiluy Filho

FORTALEZA

2011

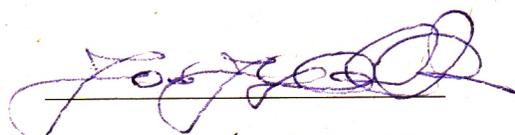
PRISCILA TAVARES PESSOA

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA  
UM ESTUDO DE CASO

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Química, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovada em \_\_/\_\_/\_\_

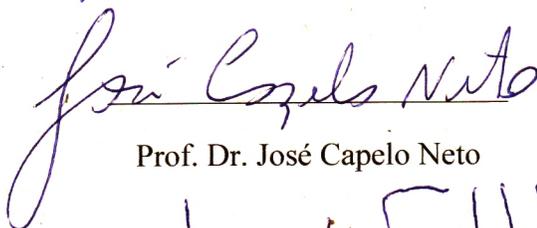
BANCA EXAMINADORA



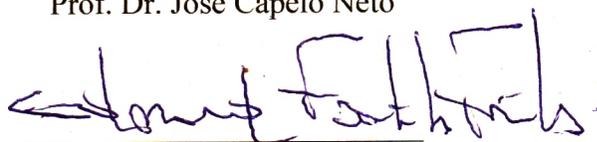
Prof. Dr. João José Hiluy Filho



Prof. Dr. Moisés Bastos Neto



Prof. Dr. José Capelo Neto



Eng.º Químico Ednard Fonteles Freitas

A Deus por dar-me persistência

Aos meus pais pelo carinho

Aos meus amigos pelas infinitas horas de estudo

Ao Miguelzinho pelo apoio incondicional

“But the grass is always greener on the other side  
The neighbour's got a new car that you wanna drive  
And when time is running out you wanna stay alive

We all live under the same sky  
We all will live we all will die  
There is no wrong, there is no right  
The circle only has one side”

*Música Side - por Travis*

## RESUMO

A questão ambiental está no foco da atenção de toda sociedade, na medida em que são mostrados os diversos impactos decorridos da exploração e da má utilização dos recursos naturais. As indústrias, que são vistas como os principais agentes causadores dessa degradação, passaram a dar atenção especial a esta causa devido às pressões do mercado consumidor e das políticas ambientais cada vez mais rígidas. Dessa forma, elas passaram a investir em processos que possuem como um de seus pilares a sustentabilidade ambiental. O presente trabalho, um estudo de caso real, mostrará como essa sustentabilidade pode ser aplicada em uma indústria cervejeira utilizando como referência as medidas já tomadas pela Companhia de Bebidas das Américas – Ambev e a economia que foi gerada pelas atividades aplicadas. As vertentes focadas são: água, energia, gás de efeito estufa – CO<sub>2</sub>, reaproveitamento de subprodutos e reciclagem de resíduos. Para buscar os resultados almejados a Ambev fez mudanças em seu processo de produção seguindo o Sistema de Gestão Ambiental e estabeleceu metas de ecoeficiência para todas as suas unidades.

Palavras-chave: Sustentabilidade Ambiental, Cerveja, Ambev

## **ABSTRACT**

The environmental issue is in the focus of the whole society, as the impacts of misuse of natural resources become visible. Industries, which are seen as the major agents of degradation, began to give special attention to this matter due to the pressure imposed by consumers and the laws. In this work we will understand how sustainability can be applied in breweries, by studying the actions of the Americas' Beverage Company - Ambev and the economical gain provided by these activities. The relevant questions are: water, energy, greenhouse gas, reusing and recycling waste products. To get the desired results Ambev made changes in the production process following the Environmental Management System and established eco-efficiency targets for all its units.

Keywords: Environmental Sustainability, beer, AmBev

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 - Consumo <i>per capita</i> de cerveja .....	p.13
FIGURA 2 - Participação no Mercado .....	p.14
FIGURA 3 - Fluxograma do processo de produção de cerveja .....	p.17
FIGURA 4 - Fluxograma do processo cervejeiro e seus principais resíduos .....	p.21
FIGURA 5 - Tratamento inicial da água .....	p.24
FIGURA 6 - Distribuição do consumo de água .....	p.25
FIGURA 7 - Processo de Pasteurização .....	p.26
FIGURA 8 - Fluxograma do tratamento na ETE .....	p.27
FIGURA 9 - Redução no consumo de água .....	p.28
FIGURA 10 - Comparação entre os consumos de água de cervejarias .....	p.29
FIGURA 11 - Produção de CO <sub>2</sub> por hectolitro de cerveja .....	p.31
FIGURA 12 - Matriz energética atual da Ambev .....	p.32
FIGURA 13 - Consumo de energia em MJ/hL de cerveja .....	p.33
FIGURA 14 - Receita gerada a partir do reaproveitamento de resíduos .....	p.35

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Características das cervejas .....	p.11
TABELA 2 – Produção de cerveja no Brasil .....	p.12
TABELA 3 – Principais parâmetros para água cervejeira .....	p.23

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	p.10
1.1- História da cerveja .....	p.10
1.2- Mercado .....	p.12
1.3- Sustentabilidade.....	p.14
1.4- Ambev .....	p.15
2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CERVEJA .....	p.17
2.1- Obtenção do malte .....	p.18
2.2- Preparação do mosto .....	p.18
2.3- Fermentação .....	p.20
2.4- Processamento da cerveja .....	p.20
2.5- Envase .....	p.21
3. ESTUDO DE CASO .....	p.22
3.1- Água .....	p.22
3.2- Energia .....	p.30
3.3- Gerenciamento de resíduos sólidos .....	p.34
4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS .....	p.36
5. REFERÊNCIAS .....	p.37

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 – História da Cerveja

A origem das primeiras bebidas alcoólicas é incerta, mas provavelmente tenham sido feitas de cevada, tâmaras, uvas ou mel, sendo a cerveja uma das bebidas alcoólicas mais antigas do mundo<sup>1</sup>.

A cerveja é tão antiga quanto o pão, pois era obtida a partir da fermentação de cereais como cevada e trigo. Era feita por padeiros devido à natureza da matéria-prima utilizada: grãos de cereais e leveduras. A cevada era deixada de molho até germinar e, então, moída grosseiramente e moldada em bolos aos quais se adicionava a levedura. Os bolos, após parcialmente assados e desfeitos, eram colocados em jarras com água e deixados fermentar. Esta cerveja rústica ainda é fabricada no Egito com o nome de Bouza<sup>1</sup>.

Em geral as cervejas são feitas com água, cevada maltada (outros cereais como trigo, arroz, milho, aveia e centeio também são utilizados) e lúpulo, fermentados por levedura. A água corresponde a aproximadamente 90 % na composição da cerveja<sup>2</sup>. A água utilizada nas atuais cervejarias passa por um processo de preparação, que a transforma em água cervejeira. Essa tecnologia, aliada a rígidos controles de qualidade, fazem com que o líquido usado em qualquer fábrica seja igual. Antigamente, a origem dessa água e as suas características tinham um efeito importante na qualidade da cerveja, influenciando, por exemplo, o seu sabor. Muitos estilos de cerveja foram influenciados ou até mesmo determinados pelas características da água da região<sup>1</sup>.

A introdução do lúpulo foi relativamente recente na sua composição. Acredita-se que tenha sido introduzido apenas há poucas centenas de anos. Usa-se a flor do lúpulo para acrescentar um gosto amargo que equilibra a doçura do malte e possui um efeito antibiótico moderado que favorece a atividade da levedura de cerveja em relação a organismos menos desejados durante a fermentação<sup>1</sup>. As leveduras, nesse processo, metabolizam os açúcares extraídos dos cereais, produzindo muitos compostos, incluindo o álcool e dióxido de carbono. Dezenas de estirpes de fermentos naturais ou cultivados são usados pelos cervejeiros, sendo,

de um modo geral, sortidos por três gêneros: *ale* ou de fermentação alta, *lager* ou de baixa fermentação, e leveduras selvagens<sup>1</sup>.

As cervejas costumam ter entre 4 % a 5 % de teor alcoólico, ainda que este possa variar consideravelmente conforme o estilo e o cervejeiro. Existem cervejas com teores alcoólicos que variam desde 2 % até mais de 20 %<sup>3</sup>.

Abaixo, na Tabela 1, são apresentados alguns tipos de cerveja e suas características:

Tabela 1- Características da Cerveja

CERVEJA	ORIGEM	COLORAÇÃO	TEOR ALCOÓLICO	FERMENTAÇÃO
Pilsen	República Checa	clara	médio	baixa
Dortmunder	Alemanha	clara	médio	baixa
Stout	Inglaterra	escura	alto	geralmente baixa
Porter	Inglaterra	escura	alto	alta ou baixa
Weissbier	Alemanha	clara	médio	alta
München	Alemanha	escura	médio	baixa
Bock	Alemanha	escura	alto	baixa
Malzbier	Alemanha	escura	baixo	baixa
Ale	Inglaterra	clara e avermelhada	médio ou alto	alta
Ice	Canadá	clara	alto	-

Fonte: Sindicerv

Neste trabalho o foco de estudo é a cerveja Pilsen, pois é o gênero de cerveja mais consumido em todo o mundo<sup>3</sup>.

## 1.2 – Mercado

A produção brasileira de cerveja em 2010 foi de aproximadamente 13 bilhões de litros, o que resultou em um crescimento de 18 % em relação a 2009. Com esse resultado o Brasil se tornou o terceiro maior mercado de cerveja do mundo, atrás apenas da China, com uma produção de cerca de 40 bilhões de litros, e dos Estados Unidos, cuja produção está em torno de 35 bilhões de litros<sup>3</sup>. A Tabela 2 mostra a produção de cerveja no Brasil.

Tabela 2 – **Produção de cerveja no Brasil**

Mês	Cerveja (10 <sup>6</sup> litros)	
	2010	2011
Janeiro	1.117	1.188
Fevereiro	997	1.089
Março	1.024	1.068
Abril	938	963
Maiο	964	997
Junho	967	849
Julho	972	968
Agosto	985	1.060
Setembro	1.059	1.137
Outubro	1.217	
Novembro	1.216	
Dezembro	1.384	
<b>Total</b>	<b>12.839</b>	<b>9.319</b>

*Fonte: SICOBE – Sistema de Controle de Produção de Bebidas*

De acordo com dados do Sindicerv (2010), a cerveja mais consumida no Brasil é do tipo Pilsen, que possui coloração mais clara, baixa fermentação e teor alcoólico. O mercado nacional de consumo de cerveja é em geral de público jovem com baixo poder de compra; 70 % do consumo total de cerveja é realizado pelas classes “C”, “D”, e “E”<sup>4</sup>. Vemos pela Figura 1 o da evolução do consumo *per capita* de cerveja nos anos de 2000 a 2010.

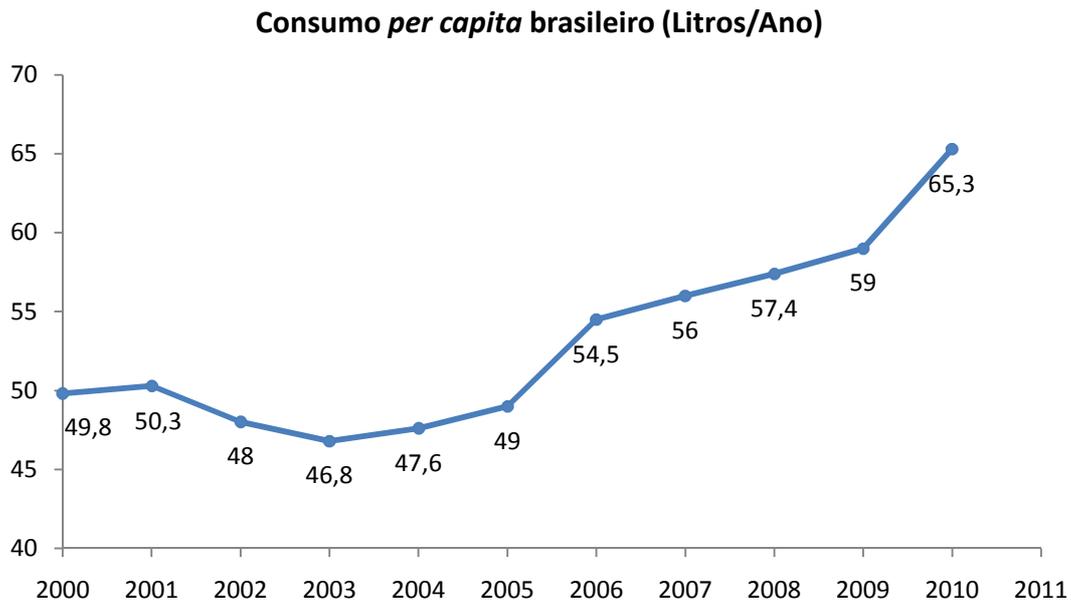


Figura 1- Consumo per capita brasileiro

Fonte: Relatório Anual Ambev

A cerveja pode ser caracterizada como um produto de consumo sazonal, que possui variações de demanda devido a alterações climáticas, na renda e no poder de compra dos consumidores. A distribuição e a produção de cerveja no Brasil são realizadas de maneira atípica, pois algumas regiões consomem mais que outras, tendo variações inclusive nas marcas de preferência. Em geral constata-se que conforme aumenta a população, o consumo de cerveja aumenta, oscilando ainda de acordo com o poder aquisitivo da população.

A indústria cervejeira brasileira é um oligopólio onde as empresas Ambev, Schincariol, Heineken Brasil e Nova Petrópolis detêm 98,2 % do mercado cervejeiro<sup>5</sup>. A Figura 2 mostra a divisão de mercado das principais cervejarias atuantes no Brasil.

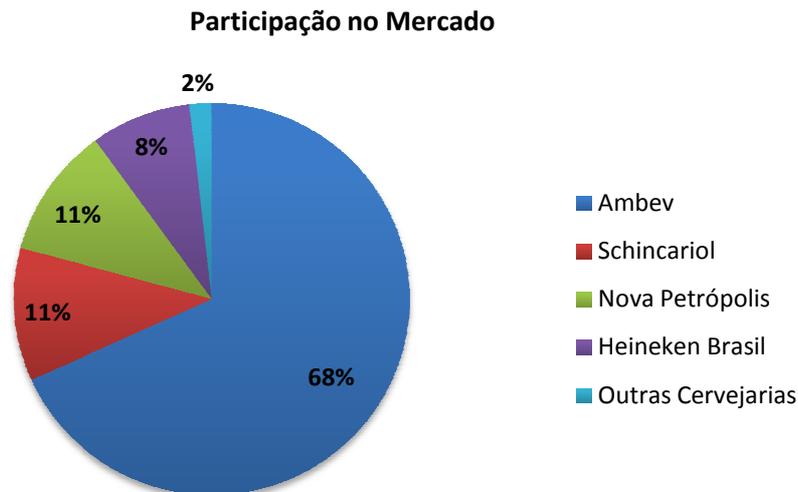


Figura 2 – **Participação no Mercado**

*Fonte: Nielsen 02/2011\* Veja – Seção Economia março*

No estudo de caso abordado neste trabalho são analisadas as ações tomadas pela Cervejaria Ambev que visam à sustentabilidade.

### 1.3 – Sustentabilidade

As questões ambientais tornaram-se objeto de preocupação por grande parte da sociedade que busca maneiras de obter um desenvolvimento sustentável. Com isso, mais empresas começaram a desenvolver projetos e sistemas de controle visando seu desenvolvimento aliado a proteção do meio ambiente, procurando sempre compensar os impactos ambientais causados pelo processo. A partir desse desenvolvimento, muitos processos tornaram-se mais eficazes, além de reduzirem o consumo de insumos e a emissão de resíduos tóxicos.<sup>7</sup>

Para se alcançar o desenvolvimento sustentável as empresas utilizam instrumentos de gestão com uma política proativa, planejamento prévio de possíveis danos ambientais e atuação de seus responsáveis.

De acordo com a ISO 14000<sup>6</sup>, um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) “compreende a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, programar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental”.

O SGA traz como vantagens para a empresa: redução dos custos de produção; aumento da eficiência e competitividade; diminuição dos riscos de acidentes ambientais; melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da sua imagem junto aos parceiros (clientes, sócios, fornecedores, empregados) além de outros benefícios.<sup>7</sup>

No SGA de uma indústria cervejeira, dentre os aspectos ambientais que necessitam de atenção, os principais são: qualidade da água, pois é o seu principal insumo, tanto na fabricação do produto, quanto nas diversas etapas de limpeza existentes no processo; energia, etapas de aquecimento e resfriamento; geração de rejeitos – produto residual proveniente das linhas de produção ou de envase e resíduos de embalagem (vidro, alumínio, papel e plástico).<sup>8</sup>

Neste trabalho, é descrito o processo produtivo da cerveja, mostrando suas etapas, matérias-primas e saídas de produtos, efluentes e resíduos. Em seguida, é realizado um estudo de caso na Ambev para avaliar as ações que já são praticadas na empresa e os impactos gerados pelas mesmas.

#### **1.4 – Ambev**

No ano 2000, duas das maiores e mais tradicionais indústrias cervejeiras do Brasil se uniram para dar origem à Ambev - Americas' Beverage Company. Atualmente, a Ambev é a quarta maior cervejaria do mundo, líder do mercado latino-americano e com operações em 14 países no continente americano. Em seu portfólio encontram-se algumas das principais marcas de cerveja do mercado, entre elas, Skol (a terceira mais consumida no mundo), Brahma, Antarctica, Quilmes e Bohemia. Os produtos são distribuídos em aproximadamente dois milhões de pontos de venda – metade deles no Brasil –, além de ser a maior engarrafadora da PepsiCo no mundo.<sup>9</sup>

No Brasil a Ambev possui 33 fábricas, 5 centros de excelência, 62 centros de distribuição de seus produtos e mantém cerca de 32 mil funcionários. Em 2010, houve um crescimento de 6,7 % com uma produção de 120,7 milhões de hectolitros.<sup>7</sup>

A Ambev é uma das 20 empresas com melhores práticas ambientais do país, segundo a edição do Prêmio Época Empresa Verde - 2010. Foram avaliadas as estratégias ambientais de 120 empresas e essas análises foram focadas nas ações voltadas para as mudanças climáticas. Questões como: impacto na biodiversidade, uso de matérias-primas renováveis, consumo consciente da água, destinação dos resíduos, eficiência energética e inovação no desenvolvimento de processos e produtos foram considerados.

Em 2010, foi investido R\$ 44 milhões em programas de preservação do meio ambiente. Esses programas envolvem a manutenção dos recursos naturais, reciclagem de subprodutos e resíduos e redução das emissões de carbono, de consumo de água, entre outros. Para garantir que essas ações sejam tomadas, cada unidade fabril tem metas claras de ecoeficiência: reduzir o consumo de água, gastar menos energia, diminuir a emissão de poluentes, aumentar o índice de reciclagem dos resíduos e garantir o tratamento dos efluentes; são alguns exemplos.

## 2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CERVEJA

A cerveja é obtida através da fermentação de cereais – neste trabalho será considerada a fermentação da cevada – que converte em álcool os açúcares presentes. A fermentação é a principal etapa do processo cervejeiro e sua eficiência depende de etapas precedentes, como por exemplo, o preparo das matérias-primas. Após a fermentação são realizados processos de tratamento da cerveja, para conferir as características organolépticas (sabor, odor, textura) desejadas no produto final. Abaixo é mostrado um fluxograma simplificado da produção de cerveja.



Figura 3 – Fluxograma do processo de produção de cerveja

As etapas de produção que serão descritas a seguir, são generalizadas para uma indústria cervejeira. As informações foram obtidas do Guia de Produção mais Limpa série Cervejas e Refrigerantes da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB.<sup>10</sup>

## **2.1 – Obtenção do malte**

As principais etapas de obtenção do malte são a limpeza e seleção de grãos, a embebição, germinação e a secagem do malte. A Ambev possui quatro unidades de maltaria: duas no Uruguai, uma no Brasil e outra na Argentina. A maltaria brasileira se situa em Navegantes – RS, e produz cerca de 10.000 toneladas por mês de malte Pilsen<sup>9</sup>.

A primeira etapa do processo de obtenção do malte consiste na limpeza dos grãos para a remoção de impurezas seguida de uma seleção de acordo com o tamanho para a obtenção de um malte homogêneo.

Depois de selecionados os grãos são armazenados em silos, e enviados aos tanques de embebição, onde a cevada recebe água até que os grãos atinjam um teor de umidade de 45 % em relação ao seu peso sob condições controladas de temperatura e quantidade de oxigênio. Neste ambiente, os grãos de cevada saem de seu estado de latência e crescem devido a absorção de água. Este é o começo da germinação da semente.

Os grãos são mantidos em condições controladas de temperatura e umidade até que brotem as radículas (pequenas formações embrionárias da futura raiz da planta). Quando isso ocorre é retirado o excesso de água dos grãos por meio de peneiras e a cevada germinada é enviada para fornos de secagem, onde se interrompe o processo de germinação por injeção de vapor a uma temperatura entre 45 °C e 50 °C. Numa segunda fase, ainda nos fornos de secagem, promove-se a caramelização dos grãos, transformando-os no malte. Esta etapa ocorre em temperaturas que variam de 80 °C a 120 °C, e o malte resultante possui uma umidade remanescente em torno de 5 %. Em alguns processos o malte ainda é torrado em um processo semelhante à torrefação do café.

## **2.2 – Preparação do mosto**

O mosto pode ser definido como uma solução aquosa de açúcares. Ou seja, é o substrato que será fornecido às bactérias para a fermentação. Sendo assim, logo se percebe que uma cerveja de qualidade está diretamente ligada à preparação do mosto.

O malte é colocado em moinhos de martelo ou de rolos para romper a casca dos grãos e assim expor o amido do grão maltado. Durante este processo, aspiradores captam o pó gerado pelo atrito entre as sementes, enviando-o para um filtro de mangas.

Apenas uma pequena parte do malte triturado é solúvel em água, tornando-se necessária uma preparação química, denominada de maceração. A maceração é um processo desenvolvido em via úmida, onde os grãos de malte moídos são misturados à água aquecida, de modo a ativar a ação de enzimas presentes no grão. Elas quebram substâncias complexas e insolúveis em outras menores, mais simples, e solúveis em água.

Deve-se ressaltar que em função de características como sabor, cor, aspecto ou até mesmo custo financeiro, muitas vezes utiliza-se outra fonte de açúcar além do malte de cevada, chamada de adjunto. Os adjuntos mais comuns são os de milho, arroz e trigo, e diferenciam-se da cevada por não serem maltados.

Após o preparo, o mosto é resfriado e então filtrado para remoção de resíduos dos grãos de malte e adjunto. Esta filtração é realizada por meio de peneiras que utilizam como elementos filtrantes as próprias cascas do malte presentes no mosto, e a parte sólida retida é chamada de bagaço de malte. Aquece-se o filtrado para inativar as enzimas, coagular e precipitar as proteínas, concentrar e esterilizar o mosto. É nesta fase também que se adicionam os aditivos que proporcionam características organolépticas típicas de cada tipo e marca de cerveja.

Podem existir partículas no mosto, provenientes de proteínas coaguladas, resíduos remanescentes de bagaço ou de outras fontes, que irão comprometer a qualidade da fermentação, dando origem a ésteres, alcoóis de maior cadeia molecular ou outras substâncias indesejáveis. Por isso, torna-se imprescindível efetuar a clarificação, retirada dessas substâncias indesejáveis, do mosto antes da fermentação. A forma mais utilizada da clarificação é submeter o mosto a um processo de decantação através de centrífugas – o resíduo retirado é chamado *trub* grosso. Após ser clarificado, o mosto é resfriado até uma temperatura ótima, que irá variar dependendo do tipo de levedura que será utilizada, e então é aerado com ar estéril.

### 2.3 – Fermentação

Após a preparação do mosto, pode-se dar início a fermentação, processo central da indústria cervejeira. A fermentação é dividida em duas etapas: a primeira é aeróbia, quando as leveduras se reproduzem, aumentando de quantidade de 2 a 6 vezes; a segunda é anaeróbia, quando as leveduras realizam a fermentação propriamente dita, convertendo os açúcares presentes no mosto em CO<sub>2</sub> e álcool.

O processo de fermentação é lento e dura de 6 a 9 dias, onde ao final obtém-se, além do mosto fermentado, uma grande quantidade de CO<sub>2</sub>, que após um processo de purificação é enviado para a etapa de carbonatação da cerveja, e um excesso de levedos, que são transportados para tratamento e estocagem, sendo uma parte reutilizado em novas bateladas de fermentação, e outra vendidos para a indústria de alimentos.

### 2.4 – Processamento da cerveja

Após a fermentação obtém-se a chamada cerveja verde, que já possui diversas características da cerveja que será comercializada. Ao final da fermentação existe uma grande quantidade de microorganismos e substâncias indesejáveis misturados à cerveja. Para separá-los, promove-se a maturação, processo onde mantém-se a cerveja em descanso nas dornas à baixas temperaturas, durante um período de 15 a 60 dias. Além de promover a separação dos levedos da cerveja, esta etapa permite a ocorrência de algumas reações químicas que auxiliam no processo de estabilização do produto final.

No intuito de remover impurezas que ainda não se decantaram e proporcionar a limpidez final do produto, procede-se a uma etapa de filtração da cerveja após a maturação. Para realizar a filtração pode-se contar com diversos tipos de meio filtrante, sendo os mais comuns os filtros de velas verticais ou placas horizontais e o uso de terra diatomácea como elemento auxiliar a filtração. Por fim são adicionados agentes estabilizantes, corantes ou açúcar para o acerto final do paladar do produto. O resíduo sólido gerado nesta etapa é a torta de filtração denominada *trub* fino, de alto conteúdo nitrogenado.

O teor de CO<sub>2</sub> existente na cerveja ao final do processo não é suficiente para atender as necessidades do produto. Desta forma, realiza-se uma etapa de carbonatação, através da injeção do gás gerado na fermentação. Eventualmente ainda é injetado gás nitrogênio, para favorecer a formação de espuma. Após a carbonatação, a cerveja pronta é enviada para dornas específicas, de modo a garantir o sabor e o teor de CO<sub>2</sub> até o envase.

## 2.5 – Envase

A cerveja proveniente da filtração é encaminhada para o processo de envasamento em garrafas de vidro, latas de alumínio, ou barris. Nesta etapa são gerados resíduos de vidro provenientes da quebra de garrafas, latas amassadas e efluentes provenientes de eventuais derramamentos de cerveja. A bebida envasada em garrafas e latas é enviada para a pasteurização, sendo então denominada cerveja. A bebida colocada em barris não passa por este processo, sendo chamada de chope, sendo portando um produto com menor vida de prateleira. Após o envase e a pasteurização, segue-se a rotulagem das garrafas e a embalagem para transporte. O fluxograma da Figura 4 apresenta o processo de fabricação da cerveja, mostrando os principais resíduos produzidos no mesmo.

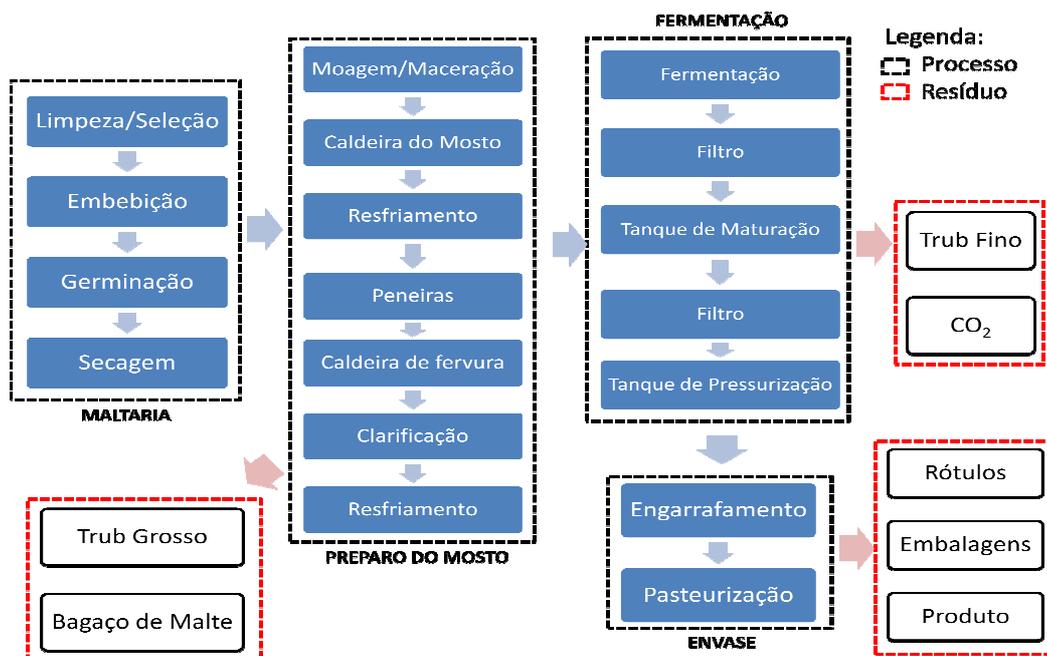


Figura 4 - Fluxograma do processo cervejeiro e seus principais resíduos

### 3. ESTUDO DE CASO

Um estudo de caso real é aqui descrito, mostrando que é possível diminuir os resíduos gerados tornando o processo mais eficiente. O enfoque principal será na água, utilizada principalmente como matéria-prima, utilidade e em limpeza; energia; embalagens e subprodutos. A Cervejaria abordada nesse estudo de caso é a Ambev, mas não uma fábrica particular, o que tornaria um estudo de caso muito pontual. Serão fornecidas informações de todas as unidades em geral e, quando necessário, algumas informações relevantes de ações tomadas em uma determinada unidade fabril.

#### 3.1 – Água

O setor cervejeiro tem como um de seus principais insumos a água – que representa de 90-95 % em peso da cerveja – portanto, essa matéria prima deve ter alta qualidade, isenta de substâncias nocivas à saúde humana e que prejudiquem as atividades das enzimas e da levedura cervejeira. Os principais parâmetros da água da cervejaria são: aparência, sabor, odor, pH, matéria orgânica, sólidos dissolvidos, dureza (em especial devido a presença de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ), alcalinidade, sulfato, cloreto, nitrato e  $\text{CO}_2$  livre.<sup>11</sup>

Na Tabela 3 encontram-se esses principais parâmetros e seus valores máximos aceitos para água que será utilizada na fabricação de cerveja Pilsen.

Tabela 3 – Principais parâmetros para água cervejeira

Parâmetro	Valor Máximo Permitido <sup>11,12</sup>	Comentários
pH	6,5 – 8,0	Cada etapa tem um pH ótimo. Podem-se citar como exemplo a maltação, que deve estar com o pH em torno de 7; fermentação, pH menor que 5; cloração, pH menor que 8. No início do tratamento da água ela pode ser corrigida com NaOH ou HCl.
Matéria Orgânica	0 – 0,8 mg O <sub>2</sub> /L	Haverá mais microorganismos nocivos à saúde humana ou que afetem a qualidade da cerveja produzida quando houver maiores concentrações de matéria orgânica.
Sólidos Dissolvidos	50 – 150 mg/L	Esse parâmetro influencia diretamente no sabor e odor, podendo inclusive alterar a aparência da cerveja.
Dureza	Total: 18 – 79 mg CaCO <sub>3</sub> /L 5 – 22 mg Ca <sup>2+</sup> /L 1 – 6 mg Mg <sup>2+</sup> /L	Quanto menor a dureza da água, menor será sua concentração de sais. Baixas concentrações de sais são indicadas para produção de cervejas Pilsen. Manter esses parâmetros baixos aumenta a vida útil da Unidade de Produção, pois se evita, por exemplo, incrustações.
Alcalinidade	16,11 mg CaCO <sub>3</sub> /L	Importante para a definição da dosagem de agentes floculantes.
Sulfato	1 – 30 mg SO <sub>4</sub> /L	Esses dois parâmetros influenciam diretamente no sabor e no odor da cerveja produzida.
Cloreto	1 – 20 mg Cl/L	
Nitrato	Ausente	Nitrato pode ser nocivo à saúde, pois ao ser convertido em Nitrito se torna um potencial agente carcinogênico.
CO <sub>2</sub> livre	0,5 – 5 mg CO <sub>2</sub> /L	Diretamente relacionado com a alcalinidade e o pH da água. Quanto maior a concentração de CO <sub>2</sub> , menor será o pH da água e maior será a concentração de Bicarbonatos (que influenciam na alcalinidade da água).

Com o objetivo de diminuir os gastos, a água consumida na Indústria Cervejeira é captada de fontes próximas à fábrica e é tratada para garantir que suas propriedades estejam dentro dos limites físico-químicos e organolépticos estabelecidos. Esse tratamento consiste nas seguintes etapas: adição de produtos químicos, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

Inicialmente é corrigido o pH da água. Esse processo se dá através da adição de hidróxido de sódio ou ácido clorídrico. Esse parâmetro define a quantidade de agente floculante (por exemplo, sulfato de alumínio) utilizado em seguida. A função do agente floculante é aglutinar as substâncias em suspensão na água, que serão removidas nas etapas subsequentes.

Após a floculação a água passa por um processo de decantação para remover as partículas por sedimentação. Esses sólidos são separados e enviados para um depósito de resíduos sólidos. A água tratada segue para um filtro de areia onde são removidas as partículas menores e em seguida é desinfetada pela ação de cloro, ou dióxido de cloro, em tanques de contato. Após esse tratamento água está pronta para ser utilizada no processo de fabricação.

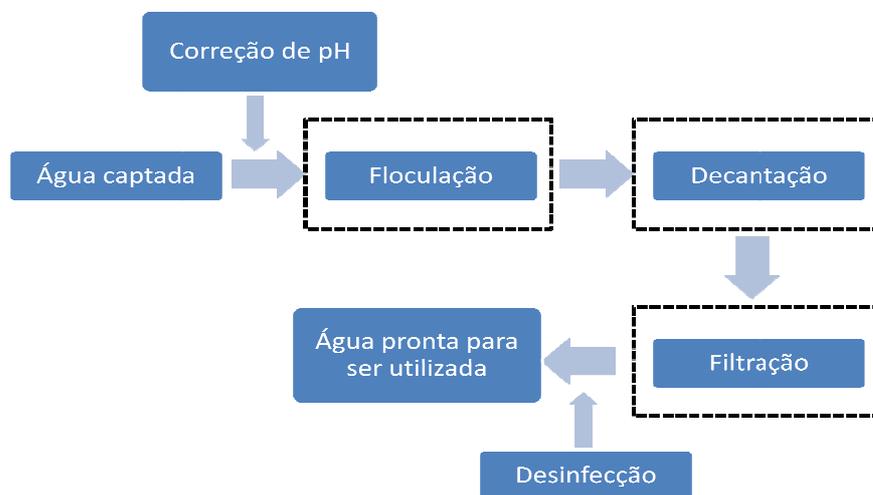


Figura 5 – Tratamento inicial da água.

Como já citado, a indústria cervejeira capta água de fontes naturais próximas, na planta da Ambev localizada no Município de Aquiraz-CE a água é retirada do Açude Gavião. Além dos cuidados no tratamento da água de entrada no processo há um grande rigor na emissão da água residual, pois parte dela é enviada para o Rio Pacoti.

A água é usada como matéria-prima, em diversas etapas de limpeza e em operações de fermentação. Dessa forma é grande a vazão de efluentes gerados, com valores consideráveis de carga orgânica e sólidos em suspensão.

O consumo de água varia principalmente devido aos seguintes fatores: tipo de embalagem utilizada (retornáveis ou descartáveis), tecnologia de pasteurização, idade e nível tecnológico da planta.

Em geral, o consumo de água numa cervejaria varia de 4 e 10 litros de água por litro de bebida<sup>13</sup>. Um estudo realizado em uma cervejaria da Holanda mostra a seguinte distribuição do consumo de água<sup>14</sup>:

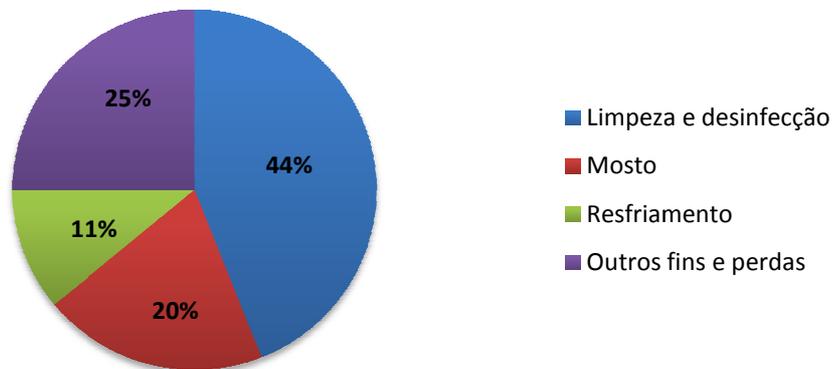


Figura 6 - Distribuição do consumo de água

Através da Figura 6 observa-se diversas oportunidades de otimização do uso da água, agindo principalmente nas etapas de limpeza, resfriamento e possíveis perdas, tais como: vazamentos ou existência de um fluxo muito maior que o necessário para os equipamentos.

Na Ambev, uma das primeiras medidas adotadas foi a instalação de medidores de vazão para o controle de fluxo dos equipamentos. Junto a isso foi implantado um sistema de manutenção periódica dos mesmos prevenindo a existência de vazamentos.

Outra medida adotada foi a utilização de equipamentos de lavagem de garrafas mais eficientes. Nesse processo é feita primeiramente uma pré-lavagem das garrafas (onde são retirados os rótulos e a sujidade aparente), depois as garrafas são introduzidas no equipamento

sendo lavadas por uma solução de hidróxido de sódio para prevenir a proliferação de microorganismos, em uma temperatura entre 40 °C e 70 °C. Depois é feito o enxágüe com água limpa à temperatura ambiente, este efluente gerado é utilizado na pré-lavagem das garrafas.

Para diminuir o gasto de água nessa etapa, existem controladores de vazão no equipamento. A água utilizada é aspergida e são utilizadas válvulas do tipo falha-fecha para evitar desperdícios durante paradas. Visando ainda um maior reaproveitamento da água desse processo, esta é utilizada para a lavagem de engradados.

Outra etapa que utiliza grande quantidade de água é a pasteurização. O equipamento utilizado é um pasteurizador tipo túnel, onde os vasilhames passam por diversos tanques a diferentes temperaturas fornecendo assim um aquecimento e resfriamento gradual. O sistema utilizado anteriormente era um sistema aberto onde a água de aquecimento não era reutilizada, somente levada para a ETE. Optou-se por um sistema fechado onde a água aquecida passa por trocadores de calor para reaproveitar a energia existente e volta para o processo como água de resfriamento, com isso consegue-se reduzir cerca de 80 % do insumo de água no equipamento sendo necessário repor apenas pequenas perdas devido a respingos e evaporação.

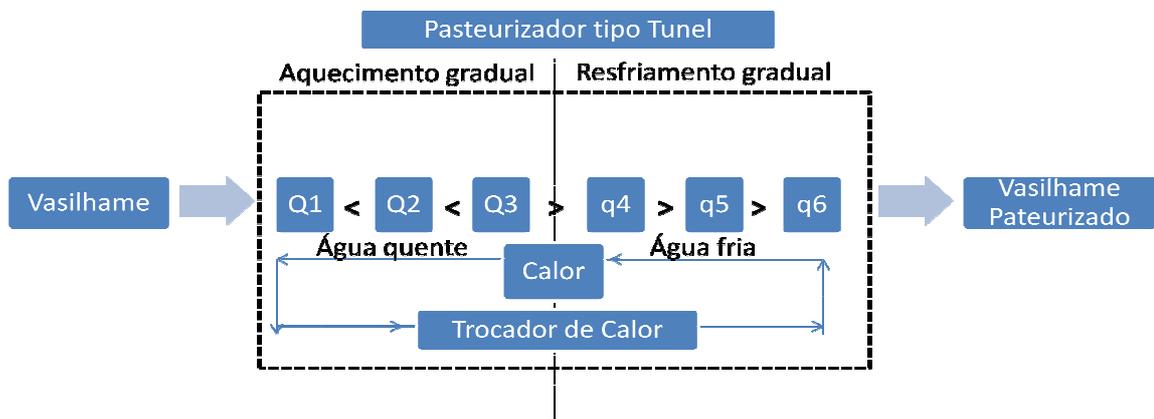


Figura 7 – Processo de Pasteurização

Por ser uma indústria alimentícia e trabalhar com microorganismos, as cervejarias necessitam de várias operações de limpeza em seus equipamentos. Visando melhorar a eficiência destas limpezas, é feito o reaproveitamento das soluções utilizadas em determinados ciclos em etapas subsequentes. Por exemplo, pode-se utilizar uma água de

enxágüe no preparo de soluções de limpeza que será aproveitada em etapas seguintes de pré-lavagens.

A água que não é reaproveitada no processo e a água proveniente das limpezas é levada à ETE. A composição desse efluente é bastante complexa: há açúcares, proteínas, resinas, celulose, amido, álcool etílico, gás carbônico, ácidos, gorduras, bactérias, resíduos de cerveja e etc. Por toda a indústria existe um sistema de escoamento da água para posterior tratamento. O tratamento dado ao efluente segue no fluxograma mostrado na Figura 8:

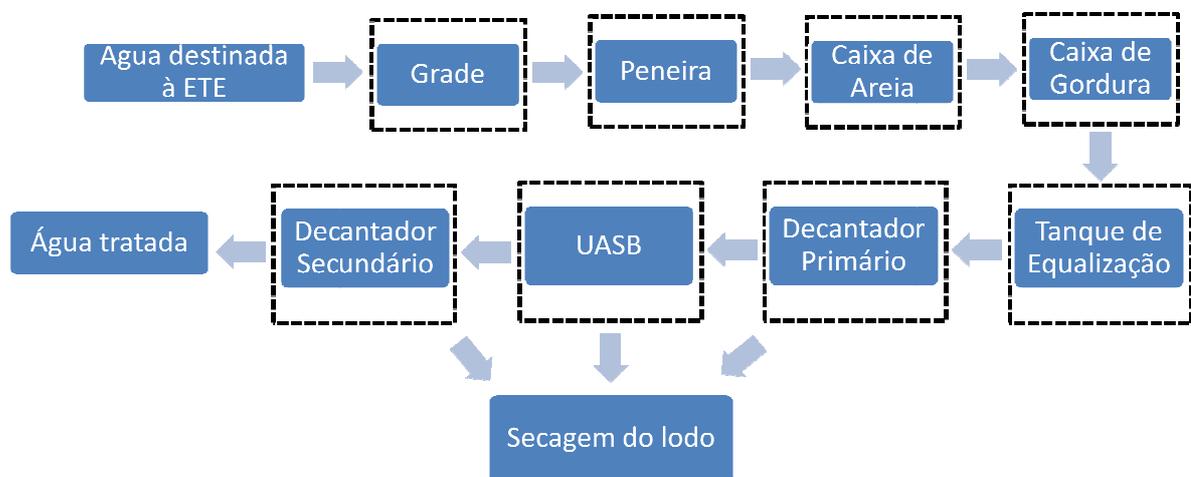


Figura 8 – Fluxograma do tratamento na ETE.

*Fonte: Estação de Tratamento de Efluentes em uma Indústria Cervejeira*

Inicialmente o fluxo destinado à ETE tem seus sólidos grosseiros removidos ao passar por um sistema de grades. Nessa etapa, o principal objetivo é proteger os equipamentos seguintes, as canalizações e evitar obstruções. As peneiras removem os sólidos grosseiros residuais provenientes do sistema de grades e na caixa de areia são retidas as substâncias inertes.<sup>15</sup>

Após passar por todo esse sistema de limpeza inicial, o efluente é destinado à caixa de gordura. O princípio de funcionamento é a diferença de densidade entre a água e os resíduos que flutam naturalmente. Essa etapa tem por objetivo evitar que resíduos fiquem aderidos em peças e na rede de tratamento do efluente.

No Tanque de Equalização é feita uma correção das propriedades químicas do efluente. O principal parâmetro a ser ajustado é o pH, pois ele influencia diretamente na quantidade de agente coagulante a ser utilizado.

Em seguida, há a sedimentação da maior parte desse material coagulado e o lodo é recolhido no fundo dos decantadores (nessa etapa há a remoção de poluentes inorgânicos, materiais insolúveis, metais pesados e material orgânico de difícil biodegradação). Se os parâmetros do efluente estiverem dentro dos limites aceitáveis<sup>25</sup>, a água estará tratada, caso contrário, o efluente passa por um filtro biológico de granulometria grosseira onde parte do lodo orgânico fica retido e depois há o tratamento em biodigestores. O biodigestor mais utilizado é o UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), um reator anaeróbio de fluxo ascendente. É importante destacar que na Ambev a água que foi tratada na ETE ainda pode ser utilizada para jardinagem e para limpeza do chão de fábrica. Atualmente 100% da água utilizada nas fábricas passa por um sistema de tratamento de efluentes.

As ações descritas anteriormente para diminuição do consumo de águas foram aplicadas desde 2002 e trouxeram uma redução de 27,2 %. Somente em 2009 foi economizado aproximadamente 1,5 L de água para cada litro de cerveja produzida, quando comparamos aos dados iniciais de implantação de medidas para a redução do consumo de água, o que seria suficiente para abastecer uma cidade de 450 mil habitantes durante um mês. Na Figura 9 é mostrada a evolução na redução do consumo de água.

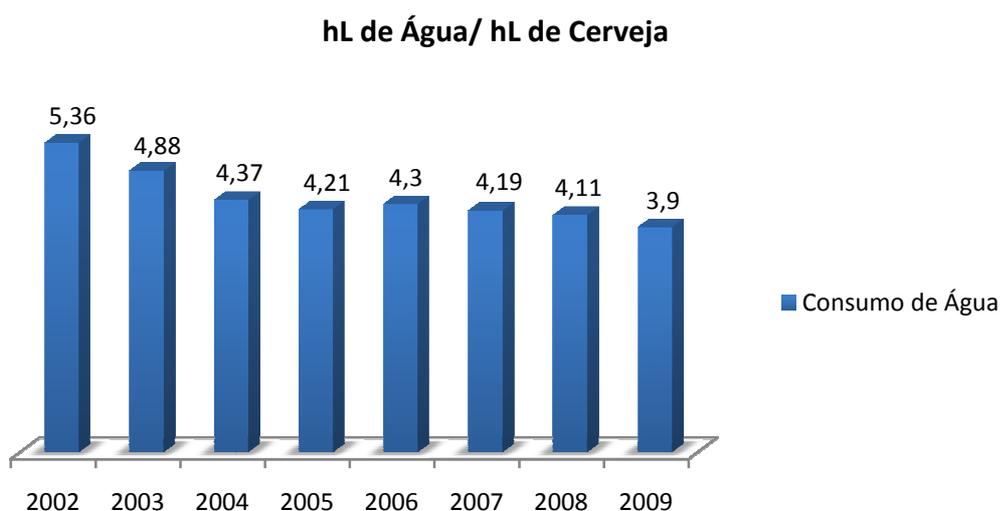


Figura 9 – Redução no consumo de água.

Em comparação com as outras cervejarias de maior relevância nacional, temos o seguinte consumo de água em cada uma delas em 2010:

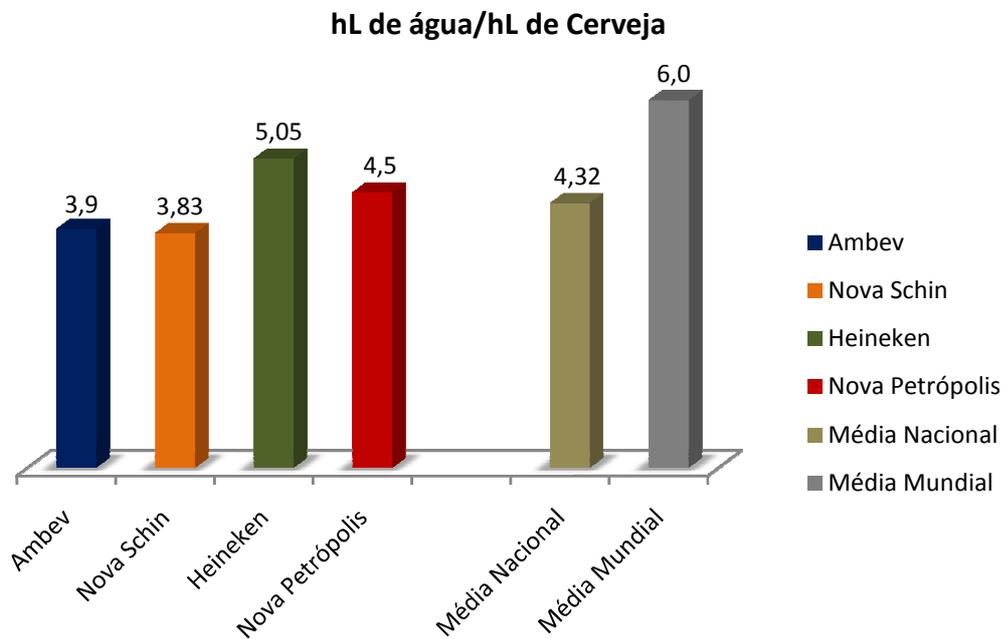


Figura 10 – Comparação entre os consumos de água de Cervejarias

Pela Figura 10 observa-se as ações tomadas pela Ambev trouxeram de fato um ganho significativo na redução do consumo da água ao compararmos com a média nacional e mundial.

O compromisso assumido pela Ambev é de reduzir esse consumo para 3,5 L de água até o ano de 2012. Algumas plantas já atingiram essa meta, como por exemplo, a de Camaçari-BA, que consome 3,3 L e a de Brasília, 3,2 L. Para incentivar o cumprimento desse objetivo, foi criado um concurso onde todas as unidades apresentam novas propostas de redução do consumo de água, além disso as unidades fabris concorrem a prêmios por resultados de acordo com as metas de ecoeficiência estabelecidas.

### 3.2 – Energia

As duas principais formas de consumo de energia em indústrias cervejeiras são em calor de processo (especialmente em vapor) e em energia elétrica. O consumo médio aproximado é de 110 MJ/hL de cerveja produzida. Problemas de instalação ou ineficiências podem fazer com que esse consumo energético seja dobrado para o mesmo volume de cerveja produzida. A baixa eficiência se dá principalmente devido à ausência de sistemas de recuperação de energia (trocadores de calor, por exemplo), falta de controladores de processo, perdas em tubulações e falta de isolamento térmico.

As etapas que utilizam energia de forma mais intensa são: no preparo e fervura do mosto, na limpeza e desinfecção, na pasteurização e no envase. É importante destacar que bombas, compressores, ventiladores e iluminação também podem ter um consumo significativo de energia.

A fervura do mosto é o processo que mais consome energia em uma cervejaria. A principal perda nessa etapa ocorre quando há a evaporação do mesmo, pois ao evaporar o material carrega consigo energia em forma de calor que poderia ser utilizada. Portanto, se essa emissão de vapor tiver sua energia aproveitada em processos de aquecimento (tanto de correntes de água quanto do próprio pré-aquecimento do mosto), haverá uma significativa economia de energia.

A água utilizada como fluido refrigerante não pode ser enviada diretamente à ETE, pois sua temperatura média é de aproximadamente de 60 °C, isso significaria a perda do calor que está agregado ao fluido. Além das medidas de reutilizações tomadas, vistas na Seção 3.1 – Água, também não seria conveniente resfriar esse fluido antes de reaproveitá-lo (mesmo que apenas aguardássemos o resfriamento natural). Uma vez que essa água condensada, a exemplo do vapor emitido na fervura do mosto, está pré-aquecida, ela também pode ser utilizada em processos que requerem calor (como por exemplo: preparo do mosto, limpeza de garrafas e pasteurização).

Conforme citado anteriormente, bombas, compressores, ventiladores e motores elétricos em geral podem ter um consumo significativo de energia. A principal medida

tomada para evitar perdas é a utilização de equipamentos mais eficientes através da substituição dos mesmos por equivalentes com tecnologia mais recente.

Outras medidas simples que acarretaram em economia de energia elétrica foram: troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes (que têm um menor consumo e maior durabilidade), instalação de detectores de presença onde não é preciso iluminação ininterrupta e proceder com limpezas periódicas de telhas translúcidas para haver um melhor aproveitamento da luminosidade natural.

Desde 2003 a Ambev começou a utilizar fontes de energia renovável para reduzir a utilização de combustíveis fósseis e diversificar sua matriz energética. Matérias como cascalho, madeira triturada de eucalipto, pinus de reflorestamento, casca de coco de babaçu e casca de arroz são utilizadas como fontes dependendo de onde a unidade se situa.

Essa diversificação na matriz energética já é responsável por gerar 29 % da energia calorífica consumida pelas unidades de produção. Além do ganho energético há a diminuição da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, pois para se obter uma tonelada de vapor com queima de óleo são emitidos 2,4 toneladas de CO<sub>2</sub>, enquanto que com a utilização da biomassa é emitido 0,1 toneladas de CO<sub>2</sub><sup>16</sup>. Na Figura 11 temos a emissão, em kg, de gases de efeito estufa por hectolitro de cerveja produzida na Ambev.

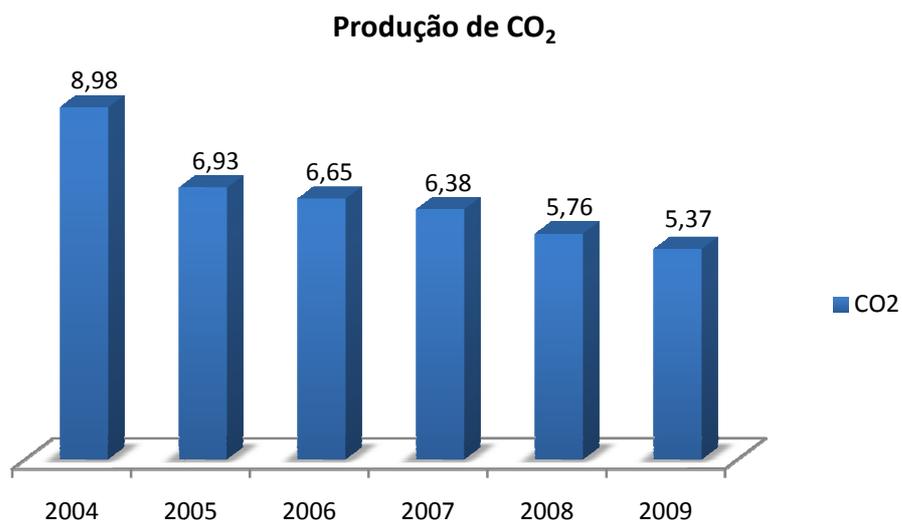


Figura 11 – Produção de CO<sub>2</sub> por hectolitro de cerveja

Fonte: Relatório Anual Ambev

Com o gráfico da Figura 11, vemos que foi possível uma redução de 40% na emissão de CO<sub>2</sub> desde 2004. A Ambev possui 37 unidades fabris e oito delas funcionam utilizando a biomassa como energia calorífica, com isso a Ambev foi a primeira empresa de bebidas do Brasil a fazer parte do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo que prevê a redução de 188 mil toneladas de CO<sub>2</sub> em sete anos por meio da substituição do óleo combustível utilizado nas caldeiras por biomassa. O caso de maior sucesso desse processo de substituição é a filial de Viamão-RS, que possibilitou a entrada da Companhia nos negócios de crédito de carbono certificado pela ONU. Abaixo, na Figura 12, temos um gráfico que mostra a atual matriz energética da Ambev.

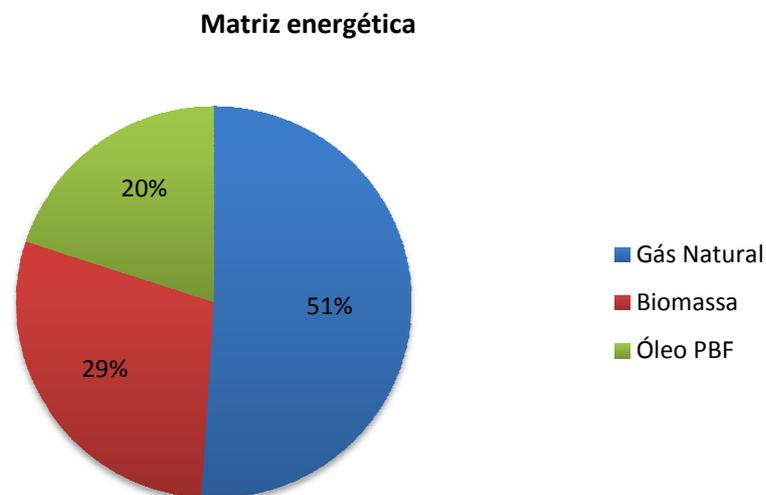


Figura 12 – Matriz energética atual da Ambev

*Fonte: Relatório Anual Ambev*

Uma iniciativa de sucesso da Ambev é o “*Energy Saving Day*”, que é uma campanha de economia de energia que educa e conscientiza os funcionários sobre o consumo racional de energia. Essa campanha é promovida em todas as áreas das fábricas e em 2009 gerou uma economia de R\$ 4,6 milhões

A melhora na eficiência de seus equipamentos, o reaproveitamento energético de fluidos aquecidos e as campanhas de conscientização foram responsáveis pela diminuição do consumo de energia na produção de cerveja (além dos outros ganhos ambientais citados

anteriormente). O gráfico seguinte, Figura 13, ilustra essa diminuição em Megajoules por hectolitro de cerveja produzida (MJ/hL).

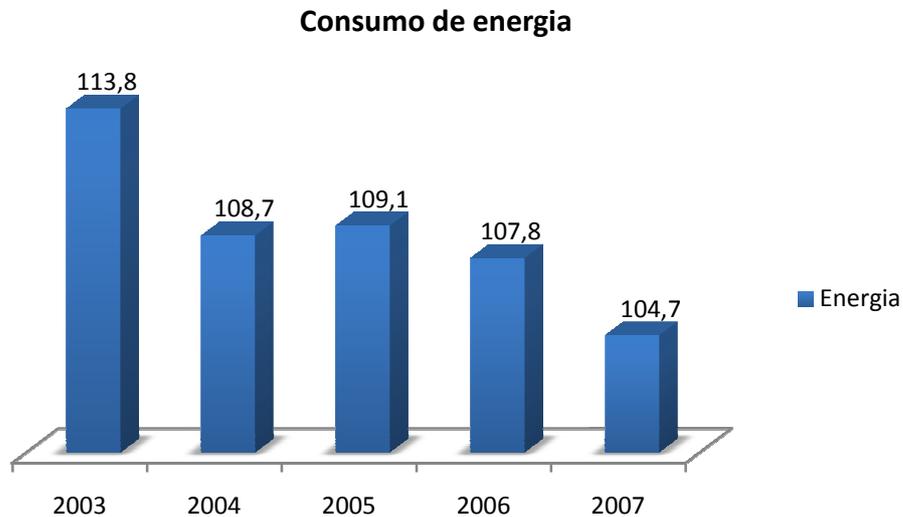


Figura 13 – Consumo de energia em MJ / hL de cerveja

*Fonte: Relatório Anual Ambev*

Uma das medidas adotadas para a redução do consumo de energia foi a utilização de uma plataforma de virtual desktop, onde as informações são armazenadas em um *data center* único, fora da Ambev. Com isso foi possível uma redução no consumo de energia, já que o sistema gasta em média 10 % da energia consumida por um computador normal, e de descarte de lixo eletrônico (estimativas da Ambev mostram que entre 2002 e 2010 foram evitados o descarte de 15 mil computadores).

Entre as inovações para economizar energia, houve a implantação do processo MSB (Multiple Step Boiling), durante a produção da cerveja. Com a alteração da curva de cozimento foi possível uma redução na taxa de evaporação durante a fervura do mosto, diminuindo o consumo de energia calorífica nas fábricas, sem alterar o produto final. O método contribuiu para uma economia de R\$ 2 milhões no consumo de energia em 2008.

Ao observarmos a Figura 13, percebe-se que houve uma redução de 8 % no consumo de energia para a produção de cerveja, essa redução não foi tão expressiva quanto

aos ganhos obtidos na água e produção de CO<sub>2</sub>, porém foi iniciado um processo de maior controle relativo ao consumo de energia e combustíveis, buscando gerar melhores resultados de ecoeficiência. Com a redução alcançada, houve dentre outros fatores a economia com o gasto de energia elétrica e da geração de CO<sub>2</sub> (devido a geração de energia elétrica proveniente de termoelétricas). Assim como a água, existem metas de redução e de produção do CO<sub>2</sub> em todas as unidades.

### **3.3 – Gerenciamento de resíduos sólidos**

Os resíduos de embalagens na indústria cervejeira são geridos por um sistema de coleta seletiva e reciclagem. Os resíduos são oriundos principalmente das áreas de envase, armazenamento e dos escritórios presentes na unidade fabril.

Cerca de 90 % do volume vendido da Ambev é de cerveja retornável, portanto a maior parte dos resíduos provenientes do envase e armazenamento é composto por vidro, que é um material inerte e de difícil decomposição. Além do vidro, embalagens PET e de alumínio são encontradas como resíduos. Em 2009, aproximadamente 99 % desses resíduos foram reciclados. A Ambev apóia 42 grupos de catadores de material reciclável, mantém uma parceria com a ONG Ecomarapendi e patrocina o Programa Reciclagem Solidária que entre 2007 e 2008 coletou mais de 2,5 mil toneladas de material reciclável.

Outro resíduo que é reaproveitado na própria cadeia produtiva é a polpa dos rótulos proveniente das etapas de limpeza. A polpa é prensada retirando assim o excesso de água que está rica em álcalis, devido a etapa de limpeza. O material já seco é utilizado como matéria-prima em fábricas de papel e papelão, e a água retirada é reutilizada na neutralização dos efluentes na estação de tratamento.

Os resíduos orgânicos advindos dos processos de filtração durante a fabricação da cerveja (trub fino, trub grosso e bagaço de malte – ver Figura 4 – Fluxograma do processo cervejeiro e seus principais resíduos) são considerados subprodutos e são vendidos como complemento nutritivo para compor a ração animal.

O lodo proveniente dos processos de decantação da ETE também é encarado como um subproduto. Uma parte é reaproveitada para um novo ciclo do processo de biodigestão e outra, após secagem, é aproveitada como adubo. Outro subproduto que tem tratamento semelhante é o levedo, pois uma parcela é reutilizada para novas bateladas de produção de cerveja, enquanto a outra é vendida como matéria-prima para a indústria alimentícia. Também é reutilizada no processo a terra diatomácea, para tanto é realizado um tratamento térmico, pois ao ser utilizada na filtração e clarificação da cerveja seus poros ficam preenchidos com material orgânico.

Abaixo, na Figura 14, temos os resultados de reaproveitamento de resíduos e o lucro gerado pelo mesmo. Pode-se notar que apesar de apresentar um mesmo índice de reaproveitamento, conseguiu-se gerar um aumento na receita. Isso se deve ao fato de uma maior geração de subprodutos e a uma maior agregação de valor.

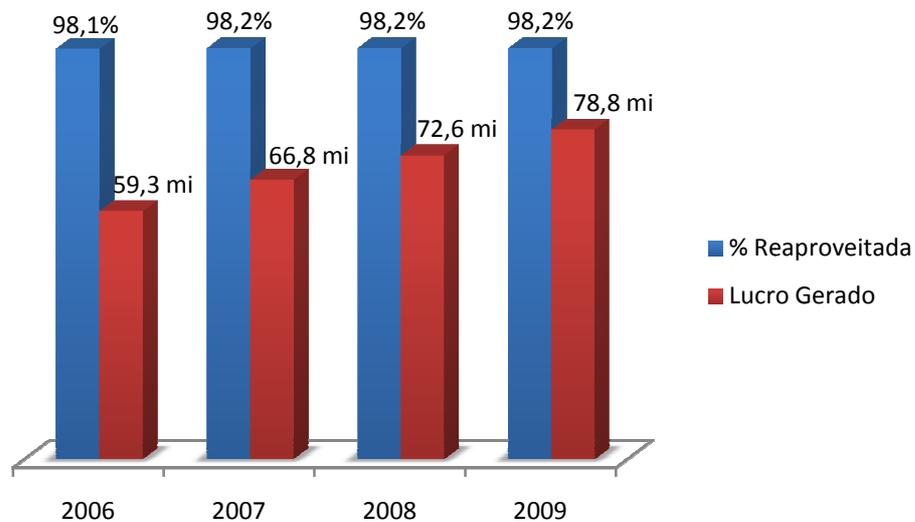


Figura 14 – Receita gerada a partir do reaproveito de resíduos

Fonte: Relatório Anual Ambev

#### 4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O estudo realizado teve como motivação mostrar que é possível fazer modificações no processo buscando a sustentabilidade e conseqüentemente tendo como resultados: uma otimização do processo e um ganho de receita, que anteriormente estava sendo desperdiçada devido a vícios no processo. Para tanto foram vistos resíduos gerados que poderiam ser reinseridos no processo produtivo melhorando a eficiência, como por exemplo a água. E outros foram tomados como subprodutos gerando uma receita extra, como a torta de filtrado (trub fino e grosso e o bagaço do malte), e ainda foram vistos resíduos que poderiam ter uma menor emissão, gerando assim menor impacto ambiental, o caso apresentado no trabalho foi o CO<sub>2</sub>.

A Companhia cujas ações foram analisadas, obteve resultados significativos que a fizeram ganhar prêmios de reconhecimento e portanto é tomada como referência no quesito ambiental no setor cervejeiro. Apesar do grau de reconhecimento obtido a Ambev possui estratégias de aumento do crescimento sustentável. Para a obtenção de um maior índice desse crescimento foram criadas metas ambientais para 2012, juntamente com um plano de ação associado às medidas que já foram implantadas.

As perspectivas de 2012 são de reduzir o consumo de água em 11 % tendo, portanto 3,5 litros de água por litro de cerveja, reduzir em 10 % a emissão de CO<sub>2</sub>, e aumentar o reaproveitamento de resíduos. Com isso percebe-se que a Ambev mostra-se empenhada em construir resultados sólidos que culminem com a visão da empresa que é: “Ser a melhor empresa de bebidas do mundo em um mundo melhor”.

## 5. REFERÊNCIAS

- 1: MORADO, R; **Larousse da cerveja**; Ed. Larousse, 2009.
- 2: <<http://www.cervejasdomundo.com/Ingredientes.htm>>. Acessos em Setembro de 2011.
- 3: Site do SindiCerv.  
<<http://www.sindicerv.com.br/>>. Acessos em Setembro de 2011.
- 4: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.  
**Relatório IBGE 2009**. Brasil, 2009.
- 5- Revista **VEJA – SEÇÃO ECONOMIA**; Brasil, mar. 2011.
- 6- International Organization for Standardization - ISO  
**International Management Standards – 14000**; Genebra – Suíça; 1993.
- 7 – BONISSONI, R. **Gestão e Sustentabilidade Ambiental: Estudo de Caso em uma Fábrica de Bebida Energética**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.
- 8: Ambev  
**Relatório Anual 2010**. Brasil, 2010.
- 9: Site da Ambev.  
<<http://www.ambev.com.br/pt-br>>. Acessos de Setembro a Novembro de 2011.
- 10: **Guia de produção mais limpa série Cervejas e Refrigerantes**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB; São Paulo; 2005.

11: <[http://www.beerlife.com.br/ed4/materia\\_prima.asp](http://www.beerlife.com.br/ed4/materia_prima.asp)>.  
Acessos em Novembro de 2011.

12: <<http://www.cervesia.com.br/agua>>.  
Acessos em Novembro de 2011.

13: ENVIRONMENT CANADA; **Technical pollution prevention guide for brewery and winery operations in the Lower Frasier Basin**; Environment Canada; Vancouver; 1997.

14: UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/ INDUSTRY AND ENVIRONMENT; **Environmental management in the brewing industry**; UNEP Technical Report Series n°33; UNEP; Paris; 1996.

15- Sousa, I.; Hugo, P; **Estação de Tratamento de Efluentes em uma Indústria Cervejeira**; Universidade Federal de Pernambuco; Jun. 2010.

16: Ambev  
**Relatório de Sustentabilidade - Ambev 2008**. Brasil, 2008.

17: Ambev  
**Relatório de Sustentabilidade - Ambev 2009**. Brasil, 2009.

18: Schincariol  
**Relatório de Sustentabilidade – Nova Schin 2010**. Brasil, 2010.

19: <<http://www.heineken.com/br/home.aspx>>  
Acessos em Novembro de 2011.

20: < <http://www.cervejaitaipava.com.br/>>  
Acessos em Novembro de 2011.

21: Ambev  
**Gestão Ambiental Ecoeficiente - Ambev** . Brasil, 2007.

22: BERENHAUSER, A.; **Fabricação de Cervejas e Refrigerantes Tratamento de Efluentes**; 1999.

23: GOMES, D. M.; **Logística de Distribuição Reversa e Sustentabilidade Ambiental na Ambev**; Universidade Federal da Paraíba; João Pessoa; 2009.

24: MELO, A. C.; MOURA, E.; ANSELMO, G.; MESQUITA, M.; AQUINO, M.; COSTA, R.; **Normas para Apresentação de Trabalhos Acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza; 2007.

25: A Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE  
**Portaria nº154, de 22 de Julho de 2002 (DOE – 01.10.2002).**