

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS**

**DIOGO ROSA NIEVOLA**  
**IVAN RICARDO HLATAKI**

**USO RACIONAL E REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA NOS PROCESSOS**  
**CERVEJEIROS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**  
**2011**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS**

**DIOGO ROSA NIEVOLA**  
**IVAN RICARDO HLATAKI**

**USO RACIONAL E REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA NOS PROCESSOS**  
**CERVEJEIROS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Trabalho de Diplomação do Curso Superior de  
Tecnologia em Alimentos da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus  
Ponta Grossa.  
Professor orientador: Prof. Dr. Ciro Maurício  
Zimmermann

**PONTA GROSSA**

**2011**



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Ponta Grossa

Nome da Diretoria  
Nome da Coordenação  
Nome do Curso



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### USO RACIONAL E REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA NOS PROCESSOS CERVEJEIROS

por

DIOGO ROSA NIEVOLA E IVAN RICARDO HLATAKI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 18 de Novembro de 2011 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O(a) candidato(a) foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores e tecnóloga em alimentos abaixo assinados. Após deliberação, a Bancada Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof Dr Ciro Mauricio Zimmermann  
Prof. Orientador

---

Profª. Drª Maria Helene Giovanetti Canteri  
Membro Titular

---

Prof. Dr Cesar Arthur Martins Chornobai  
Membro Titular

---

Prof Dr Júlio César Stiirmer  
Responsável pelos trabalhos  
De Conclusão de Curso

---

Profª Dra Sabrina Ávila Rodrigues  
Coordenadora do Curso  
UTFPR - Campus Ponta Grossa

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade do ingresso e conclusão no curso de Tecnologia em Alimentos.

Agradecemos aos nossos pais que sempre que nos deram a vida e nos ensinaram a viver com dignidade. Agradecemos por sempre nos apoiarem em todas as decisões de nossas vidas. Durante o curso, pudemos sempre contar com seus elogios e críticas construtivas, fazendo com que, hoje, possamos nos formar profissionais melhores.

Agradecemos a HEINEKEN cerveja Brasil, que abriu-nos a porta da empresa para que pudéssemos executar nosso trabalho de conclusão de curso.

Agradecemos aos professores da UTFPR, por ter nos ensinado como sermos profissionais de qualidade na área de Alimentos, Agradecemos principalmente ao Prof. Ciro Zimmermann que nos acompanha desde o início do curso e com seu conhecimento nos auxiliou na conclusão deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS, TABELAS E GRÁFICOS

<b>Tabela 01-</b> Tabela dos principais consumidores de cerveja no mundo.....	11
<b>Gráfico 01-</b> Gráfico dos maiores produtores de cerveja.....	12
<b>Figura 01-</b> Etapas gerais da produção de cerveja.....	13
<b>Tabela 02-</b> Tabela de consumo de água Europeu na fabricação de cerveja por etapa.....	20
<b>Figura 02-</b> Fluxograma de uso de água na planta industrial.....	25
<b>Fotografia 01-</b> Peneira de recepção da água do rio Tibagi .....	26
<b>Fotografia 02-</b> Processo de retro lavagem de filtros .....	27
<b>Fotografia 03-</b> Vassoura d'água.....	30
<b>Tabela 03-</b> Tabela: Compilado das oportunidades de melhorias.....	31

## **LISTA DE SIGLAS**

By- pass- desvio

CIP- Clean in Place (Limpeza)

ETA- Estação de tratamento de Água

ETE- Estação de tratamento de efluentes

UTL- Utilidades

P+L- Produção mais limpa

## **RESUMO**

A água é um insumo de vital importância numa cervejaria, pois além de ser imprescindível em diversas etapas do processo é responsável por diversas características de sabor e cor da cerveja. O objetivo principal do trabalho é fazer o levantamento de possibilidades de redução de perdas de água em uma cervejaria, buscando formas de aplicar a conscientização do uso racional da água com alguns conceitos da ferramenta produção mais limpa. Conclui-se que a ferramenta P+L é de vital importância para um projeto de redução do consumo de água em uma cervejaria, gerando redução de 3% do volume gasto em todo processo.

**Palavras- chave:** água, cerveja, consumo, redução, ferramenta P+L.

## **ABSTRACT**

Water is a vital ingredient in beer, as well as being essential in various stages of the process is responsible for different characteristics of flavor and color of the beer. The main objective of this work is to survey possibilities for reducing water losses in a brewery, looking for ways to apply the awareness of rational use of water with some concepts of cleaner production tool. It is concluded that the tool P + L is of vital importance for a project to reduce water consumption in a brewery, generating a 3% reduction of the volume required throughout the process.

**Palavras- chave:** water, beer, consumption, reduce, tool P+L.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS E TABELAS .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>15</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 CONSUMO DE CERVEJA .....	11
2.2 A PRODUÇÃO DE CERVEJA.....	11
2.2.1 FABRICAÇÃO INDUSTRIAL.....	12
2.3 OBTENÇÃO DO MALTE.....	13
2.4 PREPARO DO MOSTO .....	13
2.4.1 FILTRAÇÃO DO MOSTO.....	14
2.4.2 FERVURA DO MOSTO.....	14
2.4.3 CLARIFICAÇÃO.....	14
2.4.5 RESFRIAMENTO DO MOSTO .....	15
2.6 MATURAÇÃO .....	16
2.7 FILTRAÇÃO .....	16
2.7.1 CARBONATAÇÃO .....	16
2.8 ENVASE.....	17
2.8.1 PASTEURIZAÇÃO .....	17
2.9 EXPEDIÇÃO .....	18
2.10 UTILIDADES E OPERAÇÕES AUXILIARES .....	18
2.11 SISTEMAS DE LIMPEZA CIP (clean in place).....	18
<b>3 A ÁGUA NOS PROCESSOS CERVEJEIROS.....</b>	<b>19</b>
<b>4. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>23</b>
<b>5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>23</b>
<b>6. METODOLOGIA .....</b>	<b>23</b>
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>37</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A Terra poderia ser chamada de planeta-água. As águas ocupam 71% da superfície do planeta, além do potencial hídrico subterrâneo que é 100 vezes maior que o potencial das águas superficiais. Do total da água, apenas 0,63% é água doce, e grande parte dela é imprópria para consumo. A água subterrânea é a mais pura que existe e representa uma reserva permanente. A parte de água doce do planeta que é viável para aproveitamento pelo ser humano, é de 14 mil Km<sup>3</sup>/ano. Caso se mantenha a taxa de crescimento da população mundial, em 1,6% ao ano, e o consumo per capita se mantiver, o planeta terá 50 anos garantidos e a partir daí a procura será maior que a demanda (PLANETA ORGÂNICO, 2004).

Não pode-se também usar mais de um terço das águas da chuva. Os dois terços restantes ou se evaporam de volta ao ar, são usados pelas plantas ou se transformam em enxurradas que vão para o mar ou são absorvidos pela terra. (AYLESWORTH, 1971)

A água é um recurso renovável, necessário para a sobrevivência de todos os seres vivos. E, em muitas atividades dos seres humanos, ela torna-se indispensável, entre as quais podemos citar a agricultura, pecuária e a indústria alimentícia. Mas, em virtude do desperdício, desmatamento, queimadas, esgotos jogados diretamente nos nossos rios, a qualidade, e, principalmente a quantidade da água potável está diminuindo. Por isso busca-se incessantemente uma otimização dos nossos recursos hídricos, para que mesmo o nosso país rico em bacias hidrográficas, não sucumba à falta deste precioso líquido necessário à nossa sobrevivência (SCHUHLI, 2006).

A lei federal nº 9433 (BRASIL, 1997), em seu artigo 19 estabelece que a água é um bem econômico sujeito a cobrança, e que os recursos financeiros arrecadados deverão ser utilizados em financiamentos de programas e intervenções para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica.

Utilizar água não proveniente da concessionária traz o ônus de alguém se tornar “produtor de água” e, portanto responsável pela gestão qualitativa e quantitativa deste insumo. Cuidados específicos devem ser considerados para que não haja risco de contaminação a pessoas ou produtos ou de dano a equipamentos. O sistema hidráulico deve ser independente e identificado, torneiras de água não

potável devem ser de acesso restrito, equipes devem ser capacitadas, devem ser previstos reservatórios específicos, entre outras ações, para garantia de bons resultados (ANA, 2011) Brasil.

Quanto à eficiência dos sistemas de reuso deve-se desenvolver um estudo detalhado para que os investimentos sejam efetivamente aproveitados e o empreendimento tenha o retorno esperado. O estudo deve abordar alternativas de sistemas de aproveitamento e reuso de água para determinar a quantidade de água gerada (oferta) pelas fontes escolhidas e a quantidade de água destinada às atividades (demanda). Tomando se por base estes valores, devem ser dimensionados os equipamentos, os volumes de reservas necessários, os possíveis volumes complementares de água e escolhidas as tecnologias de tratamentos a serem empregadas. Com base nas alternativas de sistemas geradas, determinam-se quais as de maior eficiência, tanto no aspecto técnico quanto econômico (ANA, 2005) Brasil.

A utilização da água está sujeita à cobrança. O governo federal, por meio da Lei nº 9.433/97 aprovou cobrança pelo uso da água dos rios de domínio da união. Deverão pagar todos os usuários que captam água diretamente de rios e lagos; de poços profundos; usam água da rede pública; e os que lançam esgotos nos rios e/ou na rede pública. Há necessidade de se adotar práticas que objetivam a conservação e o reuso da água como alternativa para minimizar impactos recorrentes (ANA, 2005) Brasil.

O setor cervejeiro caracteriza-se como consumidor de grande quantidade de água, que, em geral, deve ser de excelente qualidade. Além disso, pela natureza de suas operações, centradas na fermentação e repletas de etapas de limpeza, é grande a vazão de efluentes gerados, e com valores moderados ou elevados de carga orgânica e sólidos em suspensão (CAVALCANTI, 1993).

O objetivo principal do trabalho foi promover o levantamento de possibilidades de redução de perdas de água em uma cervejaria, buscando formas de aplicar a conscientização do uso racional da água com alguns conceitos da ferramenta P+L (produção mais limpa), assim com redução do volume de água captado e por consequência do volume descartado à estação de tratamento de efluentes e posteriores descartadas ao rio.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONSUMO DE CERVEJA

A cerveja é uma bebida apreciada no mundo inteiro, há vários séculos. Ao contrário do que a maioria das pessoas idealiza a Alemanha não é o país que mais consome cerveja no mundo. A tabela 1 mostra uma pesquisa realizada em 2004 pelo SINDICERV indicando os principais países consumidores de cerveja. Essa pesquisa aponta a República Tcheca como líder em consumo per capita de cerveja, sendo que o Brasil ocupa a 9ª colocação.

Tabela 1- Principais consumidores de cerveja no mundo

PAÍS	Consumo per capita (litros/habitantes ano)
1. República Tcheca	160
2. Alemanha	123
3. Reino Unido	97
4. Austrália	95
5. Estados Unidos	85
6. Espanha	75
7. Japão	56
8. México	50
<b>9. Brasil</b>	<b>48</b>

Fonte: Sindicerv

### 2.2 A PRODUÇÃO DE CERVEJA

A China continua sendo a primeira no ranking mundial de produção de cerveja, produzindo cerca de 410 milhões de hectolitros. Enquanto a produção de cerveja na Europa diminuiu cerca de 6 milhões de hectolitros, ocorreu um aumento na América – principalmente América do Sul, de cerca de 12 milhões de hectolitros, na Ásia em torno de 16 milhões de hectolitros e na África com 6 milhões de hectolitros. Segundo Regine Barth, após as fusões e aquisições os cinco maiores grupos cervejeiros: AB Inbev, SAB Miller, Heineken, a Carlsberg e a China Resource Brewery Ltd., representam agora quase 50% do mercado cervejeiro mundial. (CERVESIA, 2011).

O gráfico 1 abaixo indica em uma escala de milhões de hectolitros produzidos as maiores potências na produção de cerveja mundial.

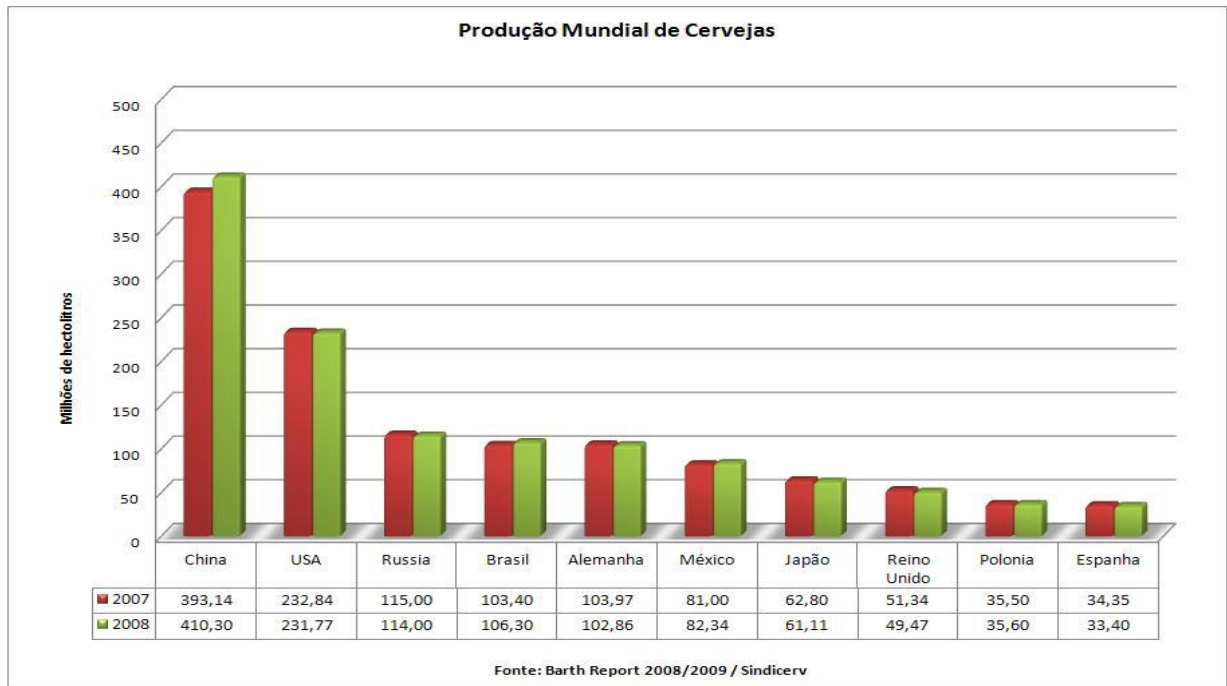


Gráfico 1 – maiores produtores de cerveja.

Fonte: Barth Report/ Sindicerv

Segundo dados de 2004, do SINDICERV- Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, embora o Brasil seja apenas o nono país no ranking de consumo per capita de cerveja, com uma média de 47,6 litros/ano para cada habitante, em função da enorme população somos o 5º maior produtor de cerveja do mundo, com uma média de 8,5 bilhões de litros ao ano, ficando atrás apenas da China (27 bilhões de l/ano), EUA (23,6 bilhões de l/ano), Alemanha (10,5 bilhões de l/ano) e Rússia (9 bilhões de l/ano).

## 2.2.1 FABRICAÇÃO INDUSTRIAL

A cerveja é obtida pela fermentação da cevada, que consiste na conversão em álcool dos açúcares presentes nos grãos de cevada. A fermentação é a principal etapa do processo cervejeiro e sua efetividade depende de várias operações anteriores, incluindo o preparo das matérias-primas. Após a fermentação, são realizadas etapas de tratamento da cerveja, para conferir as características

organolépticas (sabor, odor, textura) desejadas no produto final. A figura 01 apresenta as etapas gerais da produção de cerveja (REINOLD, 2007).



Figura 1- Etapas gerais da produção de cerveja.

### 2.3 OBTENÇÃO DO MALTE

O malte, em geral, é obtido em instalações dedicadas a este propósito, conhecidas como *maltarias*, que podem ou não ser anexas às empresas cervejeiras. As principais etapas de obtenção do malte são a limpeza e seleção de grãos, a embebição, germinação e a secagem do malte. Nesta fase do processo não ocorre consumo de água (REINOLD, 2007).

### 2.4 PREPARO DO MOSTO

Após obter o malte a cervejaria dá início ao processo de produção da cerveja propriamente dita, onde a primeira etapa consiste em obter o mosto.

O mosto pode ser definido como uma solução aquosa de açúcares, alimentos para as leveduras que realizam a fermentação, dando origem ao álcool. Desta maneira, percebe-se a importância do correto preparo do mosto para que se obtenha uma cerveja de qualidade. O preparo do mosto consiste em cozinhar o malte com os devidos cuidados, e inclui etapas de preparo (como a moagem do malte, maceração, separação do mosto e sua filtração), o cozimento propriamente dito, e etapas de condicionamento posterior como a clarificação e o resfriamento. A solução livre de impurezas e rica em açúcares resultante deste processo é então enviada para a fermentação (REINOLD, 2007).

#### **2.4.1 FILTRAÇÃO DO MOSTO**

Após o preparo do mosto, este é resfriado de 80-100°C até cerca de 75-78°C em um trocador de calor, e então filtrado para remoção do resíduo 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 denominada *bagaço de malte* ou *dreche* (REINOLD, 2007).

#### **2.4.2 FERVURA DO MOSTO**

O mosto é então aquecido na caldeira de fervura até a ebulição (100°C) por um período de 60 a 90 minutos, para que se obtenha sua estabilização. Esse processo inativa as enzimas, coagula e precipita as proteínas, concentra e esteriliza o mosto. É nesta fase que se adicionam os aditivos que proporcionam característica organolépticas típicas de cada tipo e marca de cerveja, como o lúpulo, caramelo, açúcar, mel, extratos vegetais (REINOLD, 2007).

#### **2.4.3 CLARIFICAÇÃO**

A presença de partículas no mosto, oriundas de proteínas coaguladas, resíduos remanescentes de bagaço ou de outras fontes, pode comprometer a qualidade da fermentação, dando origem a ésteres, alcoóis de maior cadeia molecular ou outras substâncias indesejáveis. Desta forma, embora o teor de

partículas seja função do tipo de cerveja sendo produzida, torna-se imprescindível efetuar a clarificação do mosto antes da fermentação.

A forma mais difundida de realizar a clarificação é submeter o mosto a um processo de decantação hidrodinâmica, realizado em um equipamento denominado *whirlpool*, o qual consiste de um tanque circular onde o mosto entra tangencialmente em alta velocidade, separando as proteínas e outras partículas por efeito centrífugo. O resíduo sólido retirado nesta etapa do processo é denominado *trub grosso* (REINOLD, 2007).

#### **2.4.5 RESFRIAMENTO DO MOSTO**

Após ser clarificado, o mosto é resfriado em um trocador de calor até uma temperatura entre 6 e 12°C, dependendo do tipo de levedo a ser utilizado para a fermentação, e então é aerado com ar estéril (REINOLD, 2007).

#### **2.5 FERMENTAÇÃO**

Uma vez tendo sido preparado o mosto, clarificado e resfriado, pode-se dar início a fermentação, processo central da indústria cervejeira.

A fermentação do mosto é dividida em duas etapas: numa primeira etapa, denominada aeróbia, as leveduras se reproduzem, aumentando de quantidade de 2 a 6 vezes; em seguida inicia-se a fase anaeróbia, onde as leveduras realizam a fermentação propriamente dita, convertendo os açúcares presentes no mosto em CO<sub>2</sub> e álcool.

O processo de fermentação dura de 6 a 9 dias, ao final dos quais obtém-se, além do mosto fermentado, uma grande quantidade de CO<sub>2</sub>, que após ser purificado é enviado para a etapa de carbonatação da cerveja. De modo a garantir um bom andamento ao processo de fermentação, é necessário que a temperatura se mantenha constante, em valores entre 8 e 15°C dependendo de vários fatores. Para isso no entanto, é necessário que as dornas de fermentação sejam resfriadas, uma vez que a fermentação é um processo exotérmico, ou seja, que gera calor. Ao final da fermentação, obtém-se também um excesso de levedos, já que estes se multiplicam durante o processo. Este levedo é levado para tratamento e estocagem, sendo uma parte reutilizado em novas bateladas de fermentação, e parte vendido para a indústria de alimentos (REINOLD, 2007).

## 2.6 MATURAÇÃO

Ao final da fermentação existe uma grande quantidade de microorganismos e substâncias indesejáveis misturados à cerveja. De modo a separá-los, promove-se a maturação, processo onde se mantém a cerveja em descanso nas dornas a uma temperatura de zero grau (ou menos), 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, quanto à características relacionadas com o paladar e saturação com CO<sub>2</sub> (REINOLD, 2007).

## 2.7 FILTRAÇÃO

Com o objetivo de remover impurezas que ainda não se decantaram, e proporcionar a limpidez final do produto, procede-se à 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, além do uso de terra diatomácea utiliza-se também (denominada *kiesselguhr*) como elemento auxiliar à filtração. Pode haver ainda uma etapa final, de filtração com filtro de cartucho, para polimento. Finalmente, são adicionados aditivos como 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 (REINOLD, 2007).

### 2.7.1 CARBONATAÇÃO

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 da mesma, por meio da injeção do gás carbônico gerado na etapa de fermentação. Além disso, eventualmente é injetado gás nitrogênio, com o intuito de favorecer características de formação de espuma. Em algumas empresas este processo é realizado em conjunto com a filtração. Após a carbonatação, a cerveja pronta é enviada para dornas específicas, denominadas “adegas de pressão” – recipientes onde a bebida é mantida sob condições controladas de pressão e



temperatura, de modo a garantir o sabor e o teor de CO<sub>2</sub> até o envase (REINOLD, 2007).

## 2.8 ENVASE

Uma vez concluída a produção da cerveja, esta deve ser devidamente envasada. Nesse processo deve-se ter grande cuidado com possíveis fontes de contaminação, perda de gás e contato da cerveja com oxigênio. Tais ocorrências podem comprometer a qualidade do produto. Em geral, o envase é a unidade com o maior contingente de funcionários, equipamentos de maior complexidade mecânica e maior índice de manutenção, onde podem ocorrer as maiores perdas por acidentes e má operação, como regulagem inadequada de máquinas, quebra de garrafas, entre outras. O envase é a fase final do processo de produção, sendo composto por diversas operações relacionadas ao enchimento dos vasilhames (cujos mais comuns atualmente são as garrafas, vasilhames de alumínio e barris para chope).

A cerveja proveniente da filtração é encaminhada para o processo de envasamento em máquinas denominadas *enchedoras*, onde se envasa a cerveja em garrafas de vidro ou em latas de alumínio, ou então em máquinas de *embarrilamento*, onde se enchem os barris, de aço inoxidável ou de madeira. O percentual da produção que é destinado a cada uma destas formas de envase depende das condições de mercado, variando entre empresas; plantas de uma mesma empresa, e até mesmo entre um lote e outro da mesma planta.

Na etapa de enchimento geram-se resíduos de vidro provenientes da quebra de garrafas, latas amassadas e efluentes provenientes de eventuais derramamentos de cerveja. Cabe dizer que a bebida envasada em garrafas e latas é enviada à pasteurização, sendo então denominada *cerveja*. Aquela envasada em barris não passa por este processo, e é denominada *chope*, um produto de menor vida de prateleira, devido a ausência deste processo (REINOLD, 2007).

### 2.8.1 PASTEURIZAÇÃO

A pasteurização é um processo de esterilização no qual submete-se o produto a um aquecimento (até 60°C), seguido de um rápido resfriamento (até 4°C).

O produto pasteurizado apresenta maior estabilidade e durabilidade (até seis meses) em função da eliminação de microrganismos.

## **2.9 EXPEDIÇÃO**

Após o envase e a pasteurização, segue-se a rotulagem das garrafas e a embalagem para transporte, que incluem o encaixotamento e o envolvimento em filme plástico.

## **2.10 UTILIDADES E OPERAÇÕES AUXILIARES**

Para a produção de cerveja são necessários diversos insumos, tais como: vapor, energia elétrica, amônia nem todas utilizam este composto para resfriamento, gás carbônico, ar comprimido e água, produtos químicos para limpeza de equipamentos.

## **2.11 SISTEMAS DE LIMPEZA CIP (clean in place).**

A legislação que regula os requisitos de higiene e condições sanitárias relativos à indústria de alimentos, de modo a prevenir a contaminação e assegurar as condições mínimas de limpeza, desinfecção e higiene na produção e uso da água (não potável, tratada e recirculada), é tratada pela Portaria ANVISA 22 SVS/MS nº 326, de julho de 1997 e pela Portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nº 368, de 4 de setembro de 1997. Atualmente, em diversas seções das plantas cervejeiras, as operações de limpeza são conduzidas utilizando sistemas chamados de CIP- *clean in place*. Estes são caracterizados por serem sistemas automáticos de limpeza de equipamentos de processo, tubulações, tanques, entre outros, que realizam operações seqüenciais de enxágüe e lavagem, usando água sob condições definidas de pressão, temperatura e vazão, além de produtos químicos diversos, tendo todo o controle centralizado num painel de operações. De modo simplificado, o solvente (água), adicionado de agentes de limpeza (alcalinos ou ácidos), é bombeado para bicos injetores estrategicamente localizados nos equipamentos, que aplicam jatos pressurizados. Embora não haja uma definição formal, os equipamentos CIP se distinguem daqueles WIP (*wash in place*), pois nestes últimos é necessária uma verificação ou intervenção manual do operador ao final, enquanto nos CIP este cuidado não é necessário, embora possa

ser realizado. Além disso, existe dentro do conceito de CIP uma enorme variedade de sistemas: fixos ou móveis; exclusivos ou multipropósito; com ou sem reúso de água; de pequeno ou grande porte, entre outros.

Na indústria cervejeira são comuns os casos onde os sistemas CIP realizam lavagens de acordo com seguinte seqüência: enxágüe, lavagem alcalina (solução de soda), enxágüe, lavagem ácida (solução de ácido nítrico) e enxágüe. Em alguns casos, os efluentes de uma lavagem podem ser reutilizados em lavagens seguintes, em até 5 ou 6 vezes, e em operações de limpeza mais intensa, realizadas com maior intervalo de tempo, acrescenta-se uma etapa de desinfecção, em geral usando hipoclorito de sódio (REINOLD, 2007).

### 3 A ÁGUA NOS PROCESSOS CERVEJEIROS

Seja para fins de incorporação no produto ou para operações auxiliares, a água é um insumo de vital importância numa cervejaria, pois além de ser imprescindível em diversas etapas do processo é responsável por diversas características de sabor e cor da cerveja. A indústria cervejeira divide a água usada no processo em dois tipos:

**Água cervejeira, nobre ou de fabricação:** é a água incorporada ao produto e utilizada para condicionamento do malte, moagem, carga e descarga de produtos em elaboração, entre outros. Para incorporação ao produto, em geral trabalha-se com água com pH 6,0 a 6,5 e com diversos requisitos de qualidade físico-químicos sendo que ao final tem-se na formulação da cerveja um teor de água de 85 % proveniente do preparo do mosto.

**Água de serviço:** é a água usada em situações locais e equipamentos onde não ocorre contato com o produto, por exemplo: lavagem de vasilhames, pisos e equipamentos e resfriamento. Permite-se reúso desta água em diversas situações, devendo ser observadas as necessidades sanitárias para garantia da qualidade do produto, bem como para atendimento de legislação específica. Atualmente, com a maior disponibilidade e variedade de sistemas de tratamento de água, a qualidade da água captada deixou de ser uma questão estratégica das cervejarias, como no passado, embora, águas captadas com melhor qualidade demandem menor custo de tratamento. (UNEP/TEC, 1993)

Na indústria cervejeira, o uso da água faz-se necessário em, praticamente, todas as etapas do processo: fabricação, fermentação, filtração e envasamento. A busca pelo racionamento da água é constante na indústria cervejeira, visto que a quantidade de água consumida é diretamente relacionada à quantidade de cerveja produzida. (NIEVOLA 2010)

O consumo de água numa cervejaria varia numa ampla faixa, em função principalmente dos seguintes fatores: tipo de envase utilizado (garrafas retornáveis, garrafas *descartáveis*, latas), tecnologia de pasteurização, idade da planta, nível tecnológico e aspectos operacionais (eficiência das operações de limpeza de equipamentos, pasteurização, envase). A relação “consumo de água/ produção de cerveja” varia também de modo bastante significativo conforme o porte das instalações, sendo que a tendência geral é que quanto menores as instalações, maior o consumo relativo (CANADÁ/ ENVIRONMENT, 1997)

A tabela 2 mostra um estudo realizado na Europa (EUROPEAN COMMISSION, 2003) com a média do índice de consumo de água de algumas das etapas principais na produção de cerveja. Apresenta também uma comparação do consumo de água descrito em literatura com dados medidos em cervejarias alemãs.

Tabela 2. Consumo de água Europeu na fabricação de cerveja por etapa.

<b>Etapas do processo</b>	<b>Valores medidos (hl água/hl cerveja)</b>	<b>Valores de literatura (hl água/hl cerveja)</b>
Produção do mosto	1,30 - 2,36	1,74 - 2,60
Fermentação	0,32 - 0,53	0,40 - 0,80
Maturação	0,24 - 0,67	0,10 - 0,60
Filtração	0,31 - 1,09	0,10 - 0,76
Envase em garrafa	0,59 - 1,63	0,90 - 0,98
Envase em barril	0,13 - 0,61	0,10 - 1,20
Outros usos	2,00 - 2,04	0,26 - 3,97
Total	4,03 - 6,80	4,85 - 18,10

Fonte: European Commission, 2003

Segundo Word Bank, (1997), o consumo de água para produção de cerveja varia de 4 a 8 hectolitros por hectolilitro de cerveja produzida, este valor varia em função dos processos de produção e da qualidade do gerenciamento na otimização do consumo de água.

A revista francesa Smartplanet em abril deste ano divulgou artigo referente aos esforços das principais cervejarias no mundo para em 2012 atingir meta de utilizar 3,5 hectolitros de água por hectolitro de cerveja produzida.

Neste sentido são descritos alguns esforços de cervejarias no mundo para que este objetivo seja alcançado, descritos abaixo:

A cervejaria Anheuser-Busch InBev anunciou que estava a caminho de cumprir a sua eficiência através da otimização do uso água para fabricação de cerveja, assumindo compromisso de gestão denominado de “xerifes da água”. .

Oficialmente, o objetivo da companhia é chegar a 3,5 hectolitros de água por hectolitro produzido até o final de 2012. Em 2010, o consumo médio de água foi de 4,04 hectolitros por hectolitro produzido uma redução de 6% em relação ao ano anterior. Para colocar a escala de perspectiva AB InBev, a água economizada pela empresa desde 2007 representa mais de 16 mil piscinas olímpicas.

A cerveja da Budweiser, Stella Artois e Michelob revelou que desde 2010 esta buscando atingir esta meta, como parte de seu programa de gestão sustentável para um mundo melhor, buscando melhorias nos seguintes aspectos:

- melhorias de engenharia;
- inovações operacionais;
- de sensibilização para mudança de atitudes;
- processo de "Otimização de Plantas Voyager" (OPV) em todo o sistema, o que "aumenta a eficiência das unidades de produção através de processos uniformes e padrões mensuráveis para as operações, qualidade, segurança e meio ambiente."

The American Brewery Cartersville, Georgia, tornou-se em 2010 a cervejaria mais eficiente do mundo, com um consumo anual de 3,04 hectolitros de água por hectolitro produzido.

A cervejaria Ningbo, China, está prestes a atingir a meta de consumo de água em 2012, com um ano de antecedência através de medidas como redução do diâmetro das pontas das garrafas e reutilização da água de processo para uso na limpeza limpeza geral.

Cervejarias belgas reduziram seu consumo de água em 12% em 2010 em relação a 2009, através de uma melhor otimização do processo de embalagem de cerveja, e instalações.

A cervejaria Wernigerode, na Alemanha, já alcançou a meta de uso de água até 2012, com um consumo anual em 3,2 hl de água por hectolitro produzido em 2010, graças ao envolvimento de gestão com compromisso na preservação.

Cervejarias na Rússia e Ucrânia têm coletivamente reduziram seu consumo de água em 8% em 2010, através da criação de uma "polícia da água" em todos os locais de produção. Esta polícia é responsável por identificar e reparar vazamentos, e implantar as melhores práticas de outros locais de produção.

A cervejaria de Corrientes, Argentina, realizou uma análise rigorosa e revisão do procedimento padrão de parar e reiniciar a máquinas, reduzindo o consumo para 3,4 hectolitros de água por hectolitro produzido em 2010.

A cervejaria Holandesa Heineken e o grupo InBev, investem na redução do uso de água no processo de fabricação de cervejas. Essas companhias cervejeiras, que gastam em média 6 litros de água para a produção de 1 litro de cerveja têm sólidas estratégias para diminuir o consumo de água durante o processo de fabricação da cerveja. A gigante AmBev, líder no mercado nacional de cerveja, estipulou metas para suas fábricas no Brasil e exterior, com o objetivo de reduzir o consumo de água em 11% até o próximo ano. cumprimento da meta estipulada para acontecer em 2012, a companhia investiu R\$ 5,8 milhões em 2010, com programas de reaproveitamento de água e redução de consumo. Isso para alcançar o consumo de 3,5 litros de água para cada litro de cerveja produzido. Segundo a empresa, em 2004, a média era de 4,37 litros de água para um litro de cerveja.

Em 2009, a companhia afirma ter reduzido este número para 3,9 litros, gerando economia de em torno de 2,4 bilhões de litros de água.

A maior fábrica da Holandesa Heineken no País, localizada em Jacareí (SP), gasta em média 4,5 litros de água para a produção de um litro de cerveja. De acordo com o gerente da unidade paulista, Isidro Neto, há cinco anos, o consumo era de 6 litros (DCI, 2011).

O crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população dependem da conscientização da importância desse insumo estratégico e respectivamente de seu uso de forma racional por todos os setores. Para tanto, são necessários investimentos em desenvolvimento tecnológico e na busca de soluções alternativas para a ampliação da oferta de água como, por exemplo, a utilização da água de reuso, bem como são necessárias

ações para a eficiente gestão da demanda, reduzindo os índices de perdas e desperdícios, muitas vezes inconscientes (ANA, 2005).

Nas indústrias do ramo alimentício, assim como nas cervejarias, devem ser estudadas rigorosamente as formas de redução do consumo e avaliando qual poderá ser o impacto causado por esta modificação, assim bem como avaliando onde essa água poderá ser reutilizada, sem gerar riscos ao processo (REINNOLD, 2007).

#### **4 OBJETIVO GERAL**

Aplicar princípios da metodologia da P+L (Produção mais Limpa) em uma cervejaria da cidade de Ponta Grossa a fim de otimizar o emprego da matéria prima “água”, de modo a não gerar ou a minimizar a geração de efluentes, focando os processos, e também trazendo benefícios econômicos para a empresa.

#### **5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Quantificar o consumo hora/ hora por área produtiva.
2. Quantificar o volume desperdiçado nos pontos de maiores impactos no consumo de água
3. Definir argumentos concretos para efetuar manutenção corretiva em equipamentos que necessitem.
4. Reduzir o volume enviado a ETE e posteriormente descartado no rio.

#### **6 METODOLOGIA**

A metodologia aplicada na execução das atividades do trabalho é a P+L (Produção mais limpa) define-se estratégias de P+L as abordagens preventivas aos processos industriais inclui-se também processos de produção primária] e desenhos de produtos, que permitam o progresso através dos objetivos de minimização do desperdício; redução no uso de matérias-primas e energia; maximização da eficiência da energia e minimização total dos impactos ambientais em todos os estágios da produção e do consumo, através de mudanças no projeto, produção, distribuição, consumo e disposição final dos produtos (CHRISTIE, 1995).

Segundo Berkel (1995), o conceito de P+L pode ser, simplesmente, minimizar ou eliminar resíduos e emissões nas suas fontes, ao invés de tratá-los após sua geração. A P+L baseia-se em novas tecnologias especializadas e abordagens de

desenho, projeto e gestão da produção; assim como, em novas maneiras de pensar e agir dos gestores em relação à questão ambiental.

O termo “produção” engloba técnicas de gestão, bem como tecnologias de hardware e software. A expressão “produção mais limpa” carrega em seu interior a noção de que não existem processos ou produtos inteiramente “limpos”. Contudo, a P+L encerra um conceito de melhoria contínua, visando tornar o processo produtivo cada vez menos agressivo ao meio ambiente. Portanto, o que existe são processos produtivos mais limpos do que outros. (CHRISTIE 1995).

Mesmo que superficial, o conhecimento das atividades industriais é fundamental para o desenvolvimento de qualquer iniciativa que busque otimizar o uso da água, a quantidade e qualidade exigidas para cada aplicação e os pontos de geração de efluentes (MIERZWA E HESPANHOLL 2005).

A partir do fluxograma apresentado nos resultados e discussão, e com auxílio técnico foi desenvolvida uma planilha para mensurar o consumo de água em cada setor.

Para conseguir mensurar o consumo e obter dados estatísticos foi elaborada uma planilha interna denominada (contagua) (**Anexo 1**) que indica o consumo real hora/ hora de todos os pontos consumidores analisados, tornando mais fácil a mensuração da redução de consumo de algumas áreas onde há medidores de vazão instalados.

Através deste rastreamento, foram relacionados os pontos de maior impacto no consumo de água e tomadas ações junto aos operadores responsáveis desses equipamentos com a finalidade de buscar alternativas viáveis para redução do consumo

Os dados obtidos foram comunicados aos gestores dos processos, a fim de buscar recursos e apoio para intervenção em procedimentos nos quais sejam necessárias algumas alterações, buscando também conscientização dos colaboradores em relação ao uso racional da água.

## **7 RESULTADOS E DISCUSSÃO**



Seguindo a Teoria de Mierzha e Hespanhol, (2005), foram relacionados os pontos de maiores impactos para uma possível intervenção.

A figura 2 demonstra o uso de água em cada setor de produção e foi desenvolvido com auxílio dos técnicos de cada área. Foram registrados os equipamentos com maior consumo de água por área, e também foram apontados os locais onde as limpezas com água são mais intensas.

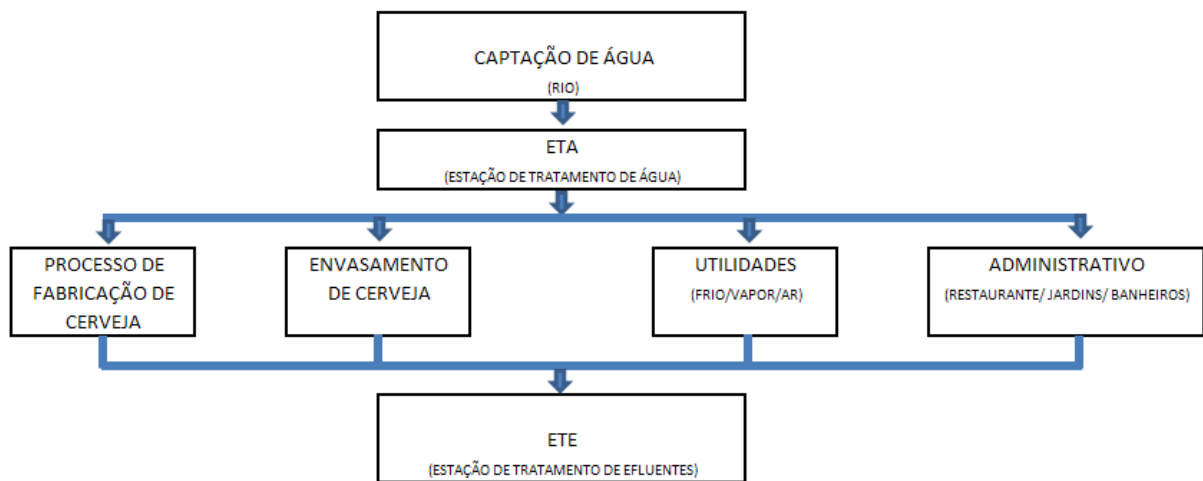


Figura 2- fluxograma de uso de água na planta industrial.

Esse fluxograma ira orientou esforços para os pontos com maiores demandas. Neles há a maior probabilidade de desperdício de água, e um grande potencial para promover a redução do consumo, por meio da adoção ou alteração de procedimentos operacionais e mudanças nos equipamentos. Esses dados serão determinados com o auxílio dos técnicos de toda a unidade fabril

Os dados obtidos pela planilha contagua sobre o consumo de água em cada setor foram essenciais, porque demonstraram hora/hora em tempo real todos os pontos analisados facilitando a mensuração da redução de consumo de algumas áreas, com medidores de vazão instalados. Esses resultados numéricos não poderão ser divulgados neste trabalho por impedimento de legal da empresa.

No processo de captação de água do rio Tibagi não foram constatados locais nos quais houvesse desperdício de água.

Na estação de tratamento de água (ETA) foram constatados três pontos em que ocorria desperdício de água:

- Peneira de recepção da água do rio;
- Retrolavagem dos filtros de carvão;
- Transbordo de água pelo ladrão da cisterna.

Identificou-se que o problema era proveniente de transbordos ocorridos por cima das peneiras em função destas serem mal dimensionadas para a vazão de água captada (Fotografia 1).



Fotografia 1. Peneira de recepção da água do rio Tibagi antes e depois do aumento das peneiras. Fonte: Heineken.

Foram tomadas ações de sugestão de melhoria para que as bacias de recepção da água fossem aumentadas verticalmente. Após a implantação dessa melhoria, cessaram os transbordos de todas as peneiras da torre, eliminando o desperdício de aproximadamente  $1\text{m}^3/\text{h}$ . A figura 6 demonstra esta melhoria.

Na realização da retrolavagem dos filtros da ETA ocorria desperdício. Esse problema ocorria devido a operação ser realizada de modo manual, ou seja, toda a atividade era realizada pelos operadores em campo. Por falta de uniformização do processo, ocorria a extrapolação do tempo na realização da retrolavagem, gerando desperdício no transbordo de água pela cisterna. A fotografia 2 demonstra este processo.



Fotografia 2: processo de retro lavagem de filtros. Fonte Heineken

A sugestão de melhoria para que essa operação fosse realizada em modo automático. Assim que o operador inicia a operação na sala de comando, o tempo será padrão para qualquer retrolavagem, com desligamento automático e o filtro retornará à sua condição normal de trabalho. Esta melhoria ainda está em andamento, mas poderá gerar economia de água de aproximadamente  $16\text{m}^3/\text{h}$  por retrolavagem. Atualmente, são realizadas no mínimo três retrolavagens por semana.

Com essa modificação na operação, os problemas com transbordo da cisterna também não irão mais ocorrer em função das bombas desligarem em automático de acordo com o nível da cisterna, economia não mensurada neste trabalho.

Seguindo ainda o fluxograma, nos processo de fabricação foram encontrados quatro pontos com desperdício considerável de água:

- Perda de água durante a retro lavagem dos filtros de carvão da fabricação;
- Perda de água na isenção dos CIPs das adegas;
- Limpeza de pisos;
- Procedimentos de CIP na fermentação realizados em manual;

De início na área do processo de fabricação foram realizados testes durante a realização da retro lavagem do filtro de carvão.

Segundo Ritcher E Netto, (1991), se a lavagem for inadequada, permanece aderida uma película de flocos ou de impurezas em volta dos grãos. Essa película sendo compressível, à medida em que aumenta a perda de cargas através do meio

filtrante, os grãos são comprimidos uns aos outros, surgindo então fendas e gretas que freqüentemente podem ser vistas em alguns filtros. Por esse motivo foram realizados testes antes da intervenção no tempo de retro lavagem do filtro de carvão. Analisando a água sensorialmente e fisicamente (turbidez e pH) foi constatado que o tempo de 30min dessa operação extrapolava o necessário, pois com 25 minutos de retrolavagem a condição da água descartada não sofria mais alterações (**Anexo 2**). Foram tomadas ações para melhoria apontando os testes realizados, prontamente aceita pela coordenação e gerência do Processo. O tempo da operação foi diminuído para 25min, ocasionando uma economia de aproximadamente de 10m<sup>3</sup>/h por retrolavagem.

O segundo ponto levantado na área do processo de fabricação foi a ISENÇÃO DE CIP. Foram buscadas informações com os técnicos específicos dessa área e verificou-se que a única possibilidade seria fazer essa isenção com ar comprimido, mas por se tratar de linhas de cerveja é essencial que essa isenção seja feita com água. Essa atividade irá continuar sendo executada da mesma forma.

A questão da limpeza de pisos foi levada ao conhecimento da Coordenação que fez reuniões com os responsáveis pela limpeza das áreas solicitando a redução no desperdício de água e reprovando o uso da vassoura d'água (empurrar a sujeira com a água ao invés do uso de uma vassoura). Entretanto, esta ação ainda não surtiu o efeito necessário na questão de redução de água neste setor.

O outro problema identificado no processo foi novamente relativo às atividades realizadas manualmente, devido ao esquecimento de válvulas abertas pelos técnicos, ocasionando um grande desperdício. Para evitar esses problemas, a coordenação faz alertas aos técnicos sobre essas operações, sendo que todos são treinados e conhecem o procedimento correto de CIP em automático. Na área do processo não foram tomadas ações de imediato devido ao comprometimento com a qualidade do produto. Desta forma, toda modificação deve passar por estudos rigorosos por analistas especializados nessa área.

Seguindo o fluxograma, no envasamento foram encontrados três pontos significativos com desperdício de água:

- Pasteurizadores com descarte excessivo;
- Limpeza de pisos;
- Válvulas de *by-pass* abertas quando não necessárias:

No envasamento surgiram as maiores sugestões de melhoria e também os esforços foram mais intensos e aceitos. Os pasteurizadores são os equipamentos que mais descartam água para o tratamento de efluentes, por se tratarem de sistemas abertos. Visando à recuperação dessa água, foi elaborado um projeto de recuperação de água dos pasteurizadores.

Graças às técnicas de tratamento nas indústrias, um efluente tratado pode ter características físicas, químicas e biológicas equivalentes ou até melhores do que as da água bruta (MIERZWA E HESPANHOL, 2005).

A recuperação desse efluente consiste em retorná-lo a ETA e novamente passar pelo tratamento. Esse projeto consiste em duas cisternas instaladas ao lado dos pasteurizadores equipadas com bóias de nível e bombas. Após o enchimento da cisterna é feito o bombeamento dessa água até o tratamento. Com essa melhoria, atualmente são recuperados cerca de  $8\text{m}^3/\text{h}$ .

Para o bom funcionamento desse sistema foram criadas diversas ações ponto a ponto para treinar os operadores da área do envasamento. Também foram incluídas no procedimento operacional do envasamento as informações necessárias, para que qualquer colaborador possa operar o sistema (**Anexo 3**).

No consumo com a limpeza de pisos foram tomadas as mesmas ações que no processo de fabricação. Foi encaminhado ao conhecimento da coordenação que fez reuniões com os responsáveis pela limpeza das áreas solicitando a redução no desperdício de água, sistema ainda não implantado.

Na área de envasamento ocorre o esquecimento de válvulas de *by-pass* abertas, quando a linha está iniciando, mas geralmente esquecidas de serem fechadas. Para ajudar na identificação dessas válvulas todas tiveram seus manípulos pintados de vermelho. Dessa forma, todos da fábrica sabem que válvulas vermelhas devem ficar fechadas, quando os pasteurizadores estiverem em pleno funcionamento. Neste sentido, a fiscalização pelos supervisores garantirá este procedimento (**Anexo 4**).

Seguindo o fluxograma, no setor de utilidades foi detectado um desperdício significativo de água nas torres de lavagem  $\text{CO}_2$ . Para resolver este desperdício, foi criada uma sugestão de melhoria com prazo de conclusão até o final de 2011 (**Anexo 5**), consistindo em instalar uma bomba de recirculação de água a qual diminuiria o descarte constante de água. Com os cálculos realizados a planta de

recuperação de água para lavagem do CO<sub>2</sub> deixará de descartar cerca de 3m<sup>3</sup>/h com essa melhoria.

No setor administrativo, foi encontrado um ponto com desperdício significativo de água na limpeza de ruas e calçadas com água, que engloba jardins, restaurante e banheiros. Ocorre um elevado desperdício da água, assim como em quase todos os outros pontos da fábrica. Para tomar uma medida de grande impacto em relação a este problema na cervejaria, foi realizado um diagrama de causa/ efeito que demonstrou o principal problema que ocasiona o desperdício de água nas limpezas de pisos e calçadas. Com esse pode- se visualizar que o método realizado para as limpezas estava incorreto nesta área e por consequência também em todas as outras áreas da fábrica, por se tratar dos mesmos funcionários executando o serviço, utilizando- se da “vassoura d’água” (termo utilizado para varrer sujeiras do chão com a pressão da mangueira de água) com consumo excessivo. O objetivo é tentar substituir o uso da vassoura convencional.



Fotografia 3- Exemplo de vassoura d’água. Fonte: Internet

Este problema é recorrente de outras áreas. Foi solicitada diretamente à gerência uma campanha de uso consciente, na qual seriam distribuídos panfletos explicativos. Em uma oportunidade em que pudessem ser reunidos todos os colaboradores, foi sugerida uma palestra mostrando todos os esforços para redução do consumo de água que a fábrica está se prontificando a fazer, solicitando o empenho de todos.

Com as mensurações da planilha contagua, foi possível constatar o quanto cada equipamento estava consumindo além da sua normalidade, comparando informações dos manuais dos equipamentos e medições realizadas em campo com auxílio de medidores de vazão instalados em pontos estratégicos (entrada de cada equipamento).

Somando o desperdício de todos os principais pontos consumidores de água o valor é cerca de 3% do total que fora captado e enviado para a estação de tratamento (ETA).

As ações para redução do consumo de água em toda cervejaria diminuiu por consequência o volume de efluente descartado ao rio em cerca 3%, um volume considerado alto para uma cervejaria de grande porte.

Outra ação realizada em conjunto com o tema redução do consumo de água foi à exposição de uma mini- ETE em uma área comum da empresa para que todos os colaboradores tomassem conhecimento do destino de cada descarte da fábrica. Após essa exposição interna, o trabalho foi divulgado para a comunidade vizinha da cervejaria, a fim de mostrar a preocupação da empresa com o meio ambiente e as pessoas que habitam nas proximidades.

Na tabela 3 mostra- se um compilado de todos os problemas encontrados, apontando os setores onde não foi implantada nenhuma melhoria; se foi possível mensurar o volume e também o volume mensal de redução nos pontos em que foram realizadas as intervenções.

Tabela 3. Possibilidade de redução de consumo de água na cervejaria.

<b>PROBLEMA</b>	<b>ÁREA</b>	<b>Melhoria realizada SIM/NÃO</b>	<b>Resultado mensurado SIM/NÃO</b>	<b>Volume economizado MENSAL</b>
Perda de água na peneira de recepção de água do rio;	ETA	SIM	SIM	364m <sup>3</sup>
Perda de água durante a retro lavagem dos filtros de carvão;	ETA	SIM	SIM	192m <sup>3</sup>
Transbordo de água pelo ladrão da cisterna;	ETA	SIM	NÃO	0
Perda de água durante a retro lavagem dos filtros de carvão;	PROCESSO	SIM	SIM	20m <sup>3</sup>
Perda de água na isenção dos CIPs das adegas;	PROCESSO	NÃO	NÃO	0
Limpeza dos pisos;	PROCESSO	NÃO	NÃO	0
Procedimentos da CIP na fermentação realizados em manual;	PROCESSO	SIM	NÃO	0
Pasteurizadores com descarte excessivo;	ENVASE	SIM	SIM	1920m <sup>3</sup>
Limpeza de pisos;	ENVASE	NÃO	NÃO	0

Válvulas de by-pass abertas quando não necessárias;	ENVASE	SIM	NÃO	0
Descarte excessivo de água nas torres de CO <sub>2</sub>	UTILIDADES	NÃO	NÃO	0
			TOTAL	2496m <sup>3</sup>

Esse volume de água economizado no processo, pode abastecer cerca de 250 casas populares por mês.

Com esse volume de água houve uma economia de aproximadamente R\$ 75,00 por mês no tratamento de água (ETA). No tratamento de efluentes, no qual o uso de produtos químicos é maior, a economia foi próxima a R\$ 650,00. Esse valor total em alguns anos pode ser investido em novos projetos para racionalização da água na cervejaria.

Com a implantação da lei 9433 (Brasil, 1997) que trata da forma de cobrança da água captada e descartada no território brasileiro, estes valores poderão ser maiores. Em matéria publicada no jornal GAZETA DO POVO, (2009) foi estipulado um valor de cobrança de R\$ 0,03/m<sup>3</sup>, pelo uso da água na indústria, ainda não é aplicável no estado do Paraná devido a discussões sobre qual será a forma de cobrança junto às empresas. Sabe-se que os fundos arrecadados irão ser destinados a proteção dos mananciais do estado.

A principal dificuldade encontrada neste trabalho foi conseguir a quebra de paradigmas em alguns casos, em que os procedimentos eram realizados da mesma forma desde o início do funcionamento da fábrica.

A mudança, ou quebra, de paradigmas é a mola propulsora para a geração de soluções eficientes. Sendo assim, como popularmente dito, se quisermos resultados diferentes, precisamos ter atitudes diferentes (MARTINS, 2009).



## 8 CONCLUSÃO

Através das melhorias realizadas cujo principal objetivo é reduzir o consumo de água de diversas áreas da cervejaria, onde não seja capaz de mensurar o volume economizado busca-se pelo menos a conscientização dos colaboradores, em relação ao uso racional da água na unidade fabril e também em suas vidas pessoais.

Após a implantação de todas as ações espera-se atingir a meta interna da companhia em relação ao consumo de água, com o intuito principal da redução do descarte de um bem natural, e redução do descarte fabril para a ETE, e posterior lançamento ao rio.

Com as ações já realizadas e de acordo com o funcionamento de produção normal da cervejaria, estima-se um valor mensal de redução próximo de 2496m<sup>3</sup>. Esse valor pode sofrer variações de acordo com a programação da produção e alternância da embalagem do produto produzido.

O volume de água utilizado nas operações de limpeza de pisos não foi mensurado, mas segundo NIEVOLA, (2010) o volume gasto nestas atividades pode chegar a 7% do total consumido pela fábrica, indicando quão importante são as ações para minimizar esse consumo e que sejam tomadas de imediato pela gerência.

Não foram citados dados comparativos com a literatura, devido à fábrica de Ponta Grossa não ter medidores de vazão nas entradas de todos os processos consumidores. Uma sugestão para um próximo trabalho é um estudo que viabilize a instalação desses aparelhos, que facilitará muito a mensuração e controle de todas as áreas da fábrica isoladamente.

Onde foram realizadas modificações no processo, os resultados foram satisfatórios, espera-se que as demais sugestões sejam mais bem avaliadas pela gerência de fábrica e em que em um futuro breve todos esses pontos de melhorias sejam modificados a fim de buscar uma redução maior ainda.

## REFERÊNCIAS

ADMINISTRADORES, **quebra de paradigmas: as chaves para o sucesso empresarial.** Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/quebra-de-paradigmas-as-chaves-para-o-sucesso-empresarial/32381/>.

Acessado em 2 de Setembro de 2011.

AGAVIC, **AMBEV E HEINEKEN REDUZEM O USO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE CERVEJA,** Disponível em: <http://www.agavic.com.br/site/noticia/ambev-e-heineken-reduzem-uso-de-agua-na-producao-de-cerveja>, acessado em 23 de Agosto de 2011

ANA (Brasil, 2000), **Conservação da água em edificações, São Paulo 2005, ProI editora gráfica.** Disponível em <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/>. Acessado em 12 de Junho de 2011.

Assis, J. C. de. **Brasil 21: uma nova ética para o desenvolvimento.** 5 ed. Rio de Janeiro: CREA-RJ, 2000.

BERKEL, R. V. **Fostering Cleaner Production in Developing Countries: Example Results and Experiences from India and China.** [s/e], University of Amsterdam, Apr. 4 1995 (mimeo)

BLOG AMBIENTE BRASIL, **Empresas estão economizando milhões na redução do consumo de água.** Disponível em: <http://blog.ambientebrasil.com.br/?p=1939>, acessado em 12 de Junho de 2011.

Canadá/ environment Canada, **Technical pollution prevention guide for brewery and winery operations in the Lower Frasier Basin,** Environment Canada, Vancouver, 1997.- 101p.

CAVALCANTI, P.M., BRAILE, J.E.W.A., **Manual de tratamento de águas residuárias industriais,** CETESB, São Paulo, 1993.

Reinold, M. R., **Manual prático de cervejaria, ISBN 8586395-01.3 , 2007.**  
**Disponível em:** [www.cervesia.com.br](http://www.cervesia.com.br). Acessado em 01 de Novembro de 2011.

CETESB. **Nota Técnica sobre Tecnologia de Controle - Fabricação de Cervejas e Refrigerantes.** NT-24, 1992.

CHRISTIE, I.R.H; LEGARD, R. **Cleaner Production in Industry: Integrating business goals and environmental management.** PSI-Policy Studies Institute, London, 1995.

European commission/ directorate general jrc- joint research centre/ institute for prospective studies/ european integrated pollution prevention and control (ippc) bureau, **Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries,** IPPC, Sevilha, 2003

GAZETA DO POVO, **Grandes consumidores vão pagar por água dos rios.**  
**Disponível em:**  
<http://www.gazetadopovo.com.br/vidapublica/conteudo.phtml?id=917990>, acessado em 2 de Agosto de 2011.

NIEVOLA, D.R **Uso racional e reutilização da água nos processos cervejeiros;**  
Revista o engarrafador moderno edição 198, pag. 38 a 40. Aden 2010.

PLANETA ORGÂNICO, **A água do planeta e seu uso na agroecologia.**  
**Disponível em:** <http://www.planetaorganico.com.br/meioagua1.htm>. Acessado em 01 Novembro de 2011.

REVISTA FATOR, **Ambev é exemplo de uso racional de água.** **Disponível em:**  
[http://www.revistafator.com.br/ver\\_noticia.php?not=7025](http://www.revistafator.com.br/ver_noticia.php?not=7025), acessado em 13 de junho de 2011.

SABESP, **Uso racional de água. Disponível em:** [http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso\\_Racional\\_Agua\\_Generico&db=](http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=), acessado em 12 de Maio de 2011

SMARTPLANET, **Autant de bière avec moins d'eau: AB InBev revoit sa méthode de brassage. Disponível em:** <http://www.smartplanet.fr/smart-technology/autant-de-biere-avec-moins-deau-ab-inbev-revoit-sa-methode-de-brassage-2292/>. Acessado em 01 de Novembro de 2011.

UNEP/ IE- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/ INDUSTRY AND ENVIRONMENT, **Environmental management in the brewing industry**, UNEP Technical Report Series nº33, UNEP, Paris, 1996

UFRGS, **A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade: O CASO DA FAZENDA CERRO DO TIGRE. Disponível em:** [http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/pml\\_dis\\_01.PDF](http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/pml_dis_01.PDF). Acessado em 2 de Agosto de 2011.

UFSC, **Características das Matérias-Primas. Disponível em:** [http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc\\_eng\\_bioq/trabalhos\\_pos2004/vinho\\_cerveja/materias\\_primas\\_carveja.htm](http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2004/vinho_cerveja/materias_primas_carveja.htm). Acessado em 3 de Novembro de 2011.

WORLD BANK, **industrial pollution prevention and abatment- Breweries**, WORLD BANK, Washington, 1997.

## **ANEXOS**



CONTÁGUA [Controle de consumo de água por área produtiva]															
PERÍODO	CAPTADA		ÁGUA FILTRADA		PROCESSO		ENVASAMENTO						Deficit (+ ou -)	Comente, se for necessário, observações pertinentes aos apontamentos.	
	Horário	Acumulado	Horário	Acumulado	Horário	Acumulado	Geral	Pasteurizador Linha 1	Lavagem das Linhas 1	Pasteurizador Linha 2	Linhas 4 - 5 e Clopp	Horário			Acumulado
7:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
8:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
9:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
10:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
11:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
12:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
13:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
14:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
15:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
16:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
17:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
18:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
19:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
20:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
21:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
22:00	0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³		0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³	
Médias	0 m³	+0M/0	0 m³	+0M/0	0 m³	+0M/0	0 m³	+0M/0	0 m³	+0M/0	0 m³	+0M/0	0 m³	+0M/0	0,0 m³
Acumulado		0 m³		0 m³		0 m³		0 m³		0 m³		0 m³		0 m³	0,0 m³

Anexo 1 (Tabela CONTÁGUA)





### **ROTINA DE ALINHAMENTO DAS VALVULAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DOS PASTEURIZADORES.**

*Sempre que as condições da água recuperada dos pasteurizadores forem propícias ao tratamento o alinhamento deverá ser feito para a ETA, fechando a válvula do dique de soda e abrindo a válvula próxima ao pé da caixa.*

*Quando as condições da água não forem favoráveis ( pH alto, pH baixo, turbidez elevada) a água deverá ser direcionada para o dique de soda seguindo a seguinte ordem:*

- \*Abrir a válvula de drenagem do dique*
- \*Abrir a válvula para o dique;*
- \*Fechar a válvula que direciona para a ETA;*

#### **IMPORTANTE:**

*Certificar-se que o dique está aberto e que não há nenhuma possibilidade do nível subir ocasionando transbordos e possíveis impactos ao Meio ambiente.*

*Quando o dique de soda estiver cheio e as condições da ETDI não permitirem o descarte, as bombas das cisternas da L1 e L2 deverão ser desligadas impossibilitando o envio de água para o dique ou para a ETA.*

Anexo 3 (Inclusão em procedimento)

## Sugestão de Melhoria

N°:

Data: 26/05/2011

ELABORADA POR:	DIOGO NIEVOLA	REG.:	1397737/
Área/Linha:	ENVASAMENTO	EQUIPAMENTO:	PASTEURIZADORES

Descrição do Problema: DESPERDÍCIO DE ÁGUA (VALVULA ABERTA)

### DETALHAMENTO DA MELHORIA




AS VALVULAS COM MANIPULOS VERMELHOS SEMPRE DEVEM ESTAR FECHADAS QUANDO OS PASTEURIZADORES ESTIVEREM EM PLENO FUNCIONAMENTO, SÓ SERÁ PERMITIDA SUA ABERTURA NO MOMENTO DO START UP DO EQUIPAMENTO.

Anexos:  Sim  Não

Ganho na realização da melhoria:		Recursos Necessários:	
<input checked="" type="checkbox"/> Produtividade	<input type="checkbox"/> Segurança	<input checked="" type="checkbox"/> Mão de Obra Interna	
<input type="checkbox"/> Qualidade	<input type="checkbox"/> Custo	<input type="checkbox"/> Mão de Obra Terceiros	
<b>Aprovações</b>		<input type="checkbox"/> Instalação de novos equipamentos	
01 - Coordenação de Manufatura:	<input type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Modificação de Projeto / Layout	
( __ / __ / __ )	<input type="checkbox"/> Cancelado	<input type="checkbox"/> Peças e Materiais (descrição no verso)	
	Ass.:	<input checked="" type="checkbox"/> Outros: ALTERAÇÃO NO PO	
02 - Técnico de Segurança:	<input type="checkbox"/> Aprovado	04 - Gerência de Manufatura:	<input type="checkbox"/> Aprovado
( __ / __ / __ )	<input type="checkbox"/> Cancelado	( __ / __ / __ )	<input type="checkbox"/> Cancelado
	Ass.:		Ass.:
03 - Coordenação de Instalações:	<input type="checkbox"/> Aprovado	05 - Gerência de Instalações:	<input type="checkbox"/> Aprovado
( __ / __ / __ )	<input type="checkbox"/> Cancelado	( __ / __ / __ )	<input type="checkbox"/> Cancelado
	Ass.:		Ass.:
OM:	DATA PREVISTA P/ EXECUÇÃO:	VISTO / REG.:	
	( __ / __ / __ )		

Obs. Sugestões Canceladas descrever motivo no verso.

Anexo 4. (Sugestão de melhoria das válvulas com manipulados vermelhos)

 EVOLUÇÃO-III	<h2>Sugestão de Melhoria</h2>		Nº:
			Data: 28.07.2011
ELABORADA POR:	SANDRO RIBEIRO	REG.:	276264
Área/Linha:	UTILIDADES	EQUIPAMENTO:	TORRES LAVAGEM CO <sup>2</sup>
Descrição do Problema: CONSUMO EXCESSIVO DE ÁGUA NAS TORRES DE LAVAGEM DE CO <sup>2</sup>			
<b>DETALHAMENTO DA MELHORIA</b>			
<p>           INSTALAR ATUADOR NA VÁLVULA MANUAL DA LINHA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA DAS TORRES E CRIAR LÓGICA EM CLP PARA QUE A VÁLVULA ABRA E FECHÉ EM TEMPO A SER DEFINIDO COM BASE EM ANÁLISES DE DEGUSTAÇÃO DO CO<sup>2</sup> PARA QUE NÃO COMPROMETA A QUALIDADE         </p> <p>           - ATUALMENTE A REGENERAÇÃO DE ÁGUA NAS TORRES DE LAVAGEM DE CO<sup>2</sup> É CONSTANTE COMO EXISTE UM LAVADOR DE ESPUMA NO PROCESSO, A REGENERAÇÃO DE ÁGUA EM ÉPOCAS DE PRODUÇÃO DE CO<sup>2</sup> PODE-SE REDUZIR O CONSUMO DE ÁGUA NAS TORRES. NA VAZÃO ATUAL TEMOS UM DESCARTE DE CERCA DE 50 LITROS POR MINUTO. COMO EXISTEM BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA NAS TRÊS TORRES A REVITALIZAÇÃO ESTARÁ SEMPRE OCORRENDO.         </p>			
<b>Descrição dos Ganhos / Benefícios com a respectiva melhoria:</b>			
<p>           REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ÉPOCAS DE BAIXA PRODUÇÃO DE CO<sup>2</sup>.            REDUÇÃO DO VOLUME DE EFLUENTE GERADO NA ETDI            REDUÇÃO DO CONSUMO DE SODA NA ETDI DEVIDO AO pH BAIXO NA TROCA CO<sup>2</sup> / ÁGUA.         </p>			
<b>Anexos:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
<b>Ganho na realização da melhoria:</b>		<b>Recursos Necessários:</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Produtividade <input type="checkbox"/> Qualidade	<input checked="" type="checkbox"/> Segurança <input checked="" type="checkbox"/> Custo	<input checked="" type="checkbox"/> Mão de Obra Interna <input type="checkbox"/> Mão de Obra Terceiros <input checked="" type="checkbox"/> Instalação de novos equipamentos	
<b>Aprovações</b>			
<b>OM:</b> _____	<b>DATA PREVISTA P/ EXECUÇÃO:</b> _____	<b>VISTO / REG.:</b> _____	
( ____ / ____ / ____ )			
Obs. Sugestões Canceladas descrever motivo no verso.			

Anexo 5.(sugestão de melhoria recirculação torres de CO<sub>2</sub>)