

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

Curso de Engenharia de Produção

**Levantamento do Potencial de Redução de Consumo de
Água em uma Indústria de Refrigerantes**

Rafael Dressler Francisco

TCC-EP-52-2009

Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Engenharia de Produção

**Levantamento do Potencial de Redução de Consumo de
Água em uma Indústria de Refrigerantes**

Rafael Dressler Francisco

TCC-EP-52-2009

Relatório apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.^(a): Mara de Oliveira Neves Olsen

Maringá - Paraná

2009

RESUMO

Cada vez mais tem se difundido no meio industrial a necessidade de se reduzir o consumo de água potável e o descarte de efluentes. Estas questões vêm ganhando mais destaque devido às questões ambientais e também pela efetivação da cobrança pela captação de água e pelos custos devidos aos tratamentos tanto de água como do próprio efluente que é descartado. Com o objetivo de verificar o potencial de redução do consumo de água através da eliminação de desperdícios e de reuso numa indústria alimentícia, foi proposto realizar um estudo que verificasse em todas as etapas do processo a possibilidade de redução do consumo, identificando desperdícios e estudando a possibilidade de reuso de água. Verificou-se que é de grande valia a realização de um trabalho como este, pois muitos desperdícios não são levados em consideração porque não se quantificam o volume mensal descartado, sem que se tenha uma idéia da dimensão do desperdício. Neste trabalho, pode-se citar como exemplo, a possibilidade de redução no consumo da estação de tratamento de água, na qual percebeu-se a possibilidade de modificar a forma de descarte na saída do decantador. Antes o descarte era contínuo, estudou-se a possibilidade de descarte em batelada. Chegou-se a conclusão que é de grande viabilidade a modificação do descarte na saída do decantador da ETA, podendo-se obter uma redução do consumo de água neste ponto de 89% em relação à forma de descarte contínua que vinha sendo utilizada. No total do levantamento realizado, chegou-se a conclusão que existe a possibilidade de reduzir-se o consumo de 935.009,60 litros de água por mês na indústria, em custo significa a redução de R\$7.788,62.

Palavras-chave: Água, minimização, reuso

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO	2
1.1 JUSTIFICATIVA	3
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 ÁGUA NA INDÚSTRIA	6
2.1.1 <i>Avaliação de Documentação</i>	8
2.1.2 <i>Visita de Campo</i>	8
2.2 BALANÇO HÍDRICO INDUSTRIAL	9
2.3 MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA	10
2.4 REUSO DE ÁGUA.....	12
2.4.1 <i>Legislação sobre reuso de água</i>	13
3 DESENVOLVIMENTO	14
3.1 METODOLOGIA.....	14
3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	14
3.3 OPERAÇÕES E EQUIPAMENTOS DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	16
3.3.1 <i>Linha de vidro</i>	16
3.3.2 <i>Linhas de PET</i>	17
3.3.3 <i>Sopro de garafas</i>	18
3.4 INDICADOR DE CONSUMO DE ÁGUA NA EMPRESA.....	19
3.5 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA EMPRESA	21
3.6 DESENVOLVIMENTO	26
3.6.1 <i>Estação de Tratamento de Água</i>	27
3.6.2 <i>Oportunidade de Melhoria na Estação de Tratamento de Água</i>	30
3.6.3 <i>Troca Iônica</i>	33
3.6.4 <i>Oportunidade de Redução do Consumo na Troca Iônica</i>	35
3.6.5 <i>Xaroparia</i>	37

3.6.6	<i>Oportunidade de Redução no Consumo da Xaroparia</i>	37
3.6.7	<i>Lavadora de Garrafas</i>	40
3.6.8	<i>Desperdícios Diversos</i>	41
3.7	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
4	CONCLUSÃO	46

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: ORGANOGRAMA GERAL DA ÁREA INDUSTRIAL	15
FIGURA 2: GRÁFICO DO INDICADOR DO CONSUMO DE ÁGUA	21
FIGURA 3: FILTRO DE AREIA.....	28
FIGURA 4: RESULTADO DOS TESTES PARA DESCARTE EM BATELADA	33
FIGURA 5: COLUNA ANIÔNICA.....	34
FIGURA 6: DESAERADOR	38
FIGURA 7: GRÁFICO DE PARETO DOS DESPERDÍCIOS	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 : DADOS REFERENTES À PRODUÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA EM 2008	20
TABELA 2: SETORES EM QUE SÃO UTILIZADOS CADA TIPO DE ÁGUA	22
TABELA 3: CUSTOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM 2008.....	23
TABELA 4: CUSTOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM 2008	24
TABELA 5: RESULTADOS DOS TESTES EM BATELADA.....	32
TABELA 6: MEDIÇÃO DA VAZÃO DE DESPERDÍCIO NAS BOMBAS DA TROCA IÔNICA.....	35
TABELA 7: CUSTO TOTAL DOS DESPERDÍCIOS NAS BOMBAS DA TROCA IÔNICA E IMPACTO NO INDICADOR.....	36
TABELA 8: MEDIÇÃO DA VAZÃO DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO DESAERADOR DA XAROPARIA.....	38
TABELA 9: CUSTO TOTAL DOS DESPERDÍCIOS NO DESAERADOR E IMPACTO NO INDICADOR.....	39
TABELA 10: CUSTO TOTAL E IMPACTO NO INDICADOR DOS DESPERDÍCIOS NA LAVADORA	41
TABELA 11: MEDIÇÃO DA VAZÃO DE DESPERDÍCIOS NAS BOMBAS E IMPACTO NO INDICADOR.....	41
TABELA 12: CUSTO TOTAL DOS DESPERDÍCIOS NAS BOMBAS E IMPACTO NO INDICADOR.....	42
TABELA 13: TOTAL DE POTENCIAL DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA, CUSTO E IMPACTO NO INDICADOR.....	43
TABELA 14: DADOS PARA A CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE PARETO DOS DESPERDÍCIOS	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETDI	Estação de Tratamento de Resíduos Industriais
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
ONG	Organização Não Governamental
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
WWF	World Wildlife Found

1 INTRODUÇÃO

A relação do homem com o meio ambiente é algo que acontece desde os primórdios da humanidade. Durante muito tempo não houve preocupação do homem em relação à disponibilidade dos recursos naturais no meio ambiente. Por muitos anos a preocupação dos países foi somente em desenvolver-se industrialmente e crescer, pois o modo de produção industrial era sinônimo de desenvolvimento. Todavia, não havia conhecimento das conseqüências que este “desenvolvimento” traria sobre o meio ambiente. Porém após um longo tempo no esquecimento, a questão ecológica voltou a gerar reflexão sobre as questões do desenvolvimento. Esta volta da preocupação com a questão ambiental se acentuou na década de 80 quando começaram a ocorrer conferências mundiais junto com ONGs na qual começaram a discutir questões referentes às ameaças ao equilíbrio do meio ambiente como: buraco na camada de ozônio; efeito estufa; desflorestamento; erosão do solo; extinção de animais; disponibilidade de recursos hídricos e energéticos.

Em vista destas questões apresentadas, os governos começaram a criar legislações ambientais a fim de obter um controle e se possível eliminar alguns problemas. Neste cenário, introduziu-se um modelo de desenvolvimento sustentável.

A WWF-Brasil que é uma organização não governamental brasileira dedicada à conservação da natureza com os objetivos de conservar a biodiversidade e promover o uso racional dos recursos naturais define em seu site o desenvolvimento sustentável como sendo “o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender a necessidade das futuras gerações, ou seja, é o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro”.

Desde então, as indústrias passaram a ter responsabilidades para uma produção mais limpa, surgindo mais recentemente um termo conhecido como “Ecologia Industrial”, que relaciona as atividades industriais e os impactos ao meio ambiente que estas atividades produzem, utilizando algumas ferramentas como o projeto para o ambiente, a avaliação de ciclo de vida e a contabilidade industrial.

Neste contexto de ecologia industrial, um dos temas abordados refere-se aos recursos hídricos disponíveis, a quantidade deste recurso que está disponível e a melhor utilização

destes recursos, que são de suma importância para o desenvolvimento e sobrevivência dos seres.

O presente trabalho se encaixa neste contexto e tem como objetivo realizar um levantamento da capacidade de redução do consumo de recursos hídricos num estabelecimento industrial produtor de refrigerante.

1.1 Justificativa

Percebeu-se um grande desperdício de água na indústria em questão, constatou-se que havia uma grande oportunidade de melhoria no consumo de água, contribuindo com o meio ambiente e reduzindo custos com disponibilização de água. A empresa possui um indicador de consumo de água que quantifica o consumo de água pelo volume de bebida produzido. Através deste indicador que se constatou a necessidade de melhorias em relação ao consumo de água. A empresa já possui uma visão de minimizar os impactos ao meio ambiente causados por suas atividades, por isso foi mais fácil o desenvolvimento do trabalho

Apesar de dois terços do planeta Terra ser constituído de água, a água potável é um recurso cada vez mais escasso no planeta, pois 97,5% da água encontra-se em oceanos, 1,979% em geleiras, 0,514% são subterrâneas, 0,006% são rios e lagos e 0,001% encontra-se na atmosfera. Além disso, a sua distribuição é desigual, onde alguns países possuem água potável com abundância e em outros há um predomínio da escassez.

O grande problema se concentra nos lugares onde há abundância deste recurso, como o Brasil, por exemplo, pois nestes lugares há uma cultura de que a água é um bem que nunca faltará, e por isso, não há uma preocupação em relação ao uso deste recurso, havendo assim um grande desperdício deste recurso tão valioso. Porém esta cultura vem mudando, através da conscientização da população e de projetos de minimização de consumo e de reuso da água.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

O problema em questão é referente ao desperdício de água em uma unidade fabril do ramo alimentício na cidade de Maringá. A unidade fabril possui um gerenciamento dos

recursos hídricos e um indicador de consumo de água que mostra o consumo mês a mês. Este gerenciamento do consumo nos permite comparar o consumo ano a ano para que haja um combate ao consumo excessivo de água potável. Este indicador vem apresentando elevado índice de consumo, o que remete a uma oportunidade de melhoria nesta área.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Gerenciamento do processo produtivo verificando oportunidades de redução de consumo de água em uma indústria de bebidas.

1.3.2 Objetivos específicos

A fim de se cumprir o objetivo geral proposto no trabalho, houve o cuidado de seguir os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar de perto as etapas do processo produtivo (operações);
- b) Obter informações pertinentes em relação ao consumo de água;
- c) Identificar pontos de desperdícios;
- d) Identificar e mostrar oportunidades de automação de processos reduzindo o consumo;
- e) Verificar a oportunidade de reuso de água em alguns processos;
- f) Mostrar o potencial de redução do indicador de consumo de água em relação ao ano anterior;
- g) Mostrar o potencial de redução de custos com água através da minimização do consumo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O gerenciamento do consumo das águas doces superficiais e subterrâneas é que deve ser o grande foco de ação, visto que a população mundial tenderá sempre a crescer e os recursos hídricos irão permanecer continuamente inalterados. Desta forma, o governo, instituições privadas e cidadãos devem agir em conjunto, por meios de programas, de campanhas e da participação efetiva e consciente de todos em prol da redução do consumo de água e do bem estar comum das sociedades atuais e futuras. (ARAUJO; NUNES; RODRIGUES, 2007, p. 7).

A água é um recurso natural de suma importância para a manutenção da vida em nosso planeta, sendo utilizada em diversas atividades dos seres humanos.

Em geral, o Brasil é um país privilegiado quando se trata em disponibilidade de recursos hídricos, porém a distribuição dos recursos hídricos é desigual nas diversas regiões do país. Algumas regiões possuem água em abundância, porém em outras, a disponibilidade deste recurso é menor.

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2002 apud MIERZWA E HESPANHOL, 2005, p. 11), “a disponibilidade média de recursos hídricos por habitante no Brasil é da ordem de 32.505 m³/ano”. Olhando este valor isoladamente, parece haver água em abundância, porém a disponibilidade de água depende da região, do clima e da densidade demográfica que é um fator determinante, pois nos dias atuais mesmo, já existe a escassez de água em regiões metropolitanas como a de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte por exemplo.

Um fator importante a refletir, é a questão do constante crescimento demográfico que constantemente aumenta a demanda de recursos hídricos, contudo em contrapartida, a disponibilidade de água é sempre a mesma, nunca aumenta, isto que nos faz estudar medidas de otimização do consumo deste recurso.

A água é utilizada para diversos meios como na indústria, agricultura, geração de energia, transportes, aquicultura, preservação da fauna e flora, recreação e paisagismo. Porém a água para o consumo humano é o que deve ser priorizado, pois ela é essencial às atividades metabólicas dos organismos, além de ser necessária para preparação de alimentos e para higiene, por exemplo.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2002 apud MIERWZA E HESPANHOL, 2005) mostram que no Brasil em geral, a maior demanda de consumo de água é para a agricultura (irrigação), sendo seguido pelo consumo humano e depois pelo uso industrial. Sendo 62,7% da água consumida na agricultura, 17,9% para consumo humano, 14,0% para uso industrial e 5,4% consumo animal. Estes dados são uma média para o Brasil como um todo, porém, analisando regiões específicas, há uma variação nestas quantidades demandadas de região para região, por exemplo, na região metropolitana de São Paulo, 78% da água consumida é para uso doméstico, 18% da água é consumida na indústria e 4% da água é consumida na irrigação.

2.1 Água na Indústria

Segundo SAUTCHUK, LANDI e MIERZWA (2006), a água é utilizada na indústria para consumo humano, como matéria prima, para uso como fluido auxiliar, para geração de energia, para fluido de aquecimento e/ou resfriamento e outros usos gerais como combate a incêndio, rega de áreas verdes e incorporação de diversos subprodutos industriais tanto na fase líquida, sólida ou gasosa.

MIERZWA e HESPANHOL (2005) comentaram que racionalizar o uso da água é de suma importância quando se almeja no gerenciamento dos recursos hídrico uma otimização no consumo. Para racionalizar o consumo de água nas indústrias, primeiro é necessário conhecer as atividades em que utiliza-se a água para que se possa determinar a quantidade de água demandada e a qualidade exigida. Para tanto, é necessário que seja feito uma observação de perto dos processos operacionais que requerem água. É importante também mapear os pontos onde há lançamento de efluentes. Para que se tenha sucesso num projeto de otimização e redução do consumo de água, deve haver uma conscientização da importância e limitação da disponibilidade deste recurso.

A importância do mapeamento hídrico concentra-se em apresentar o tipo, a quantidade e a qualidade de água que é utilizada em cada setor da empresa para que possa se realizar estudos da viabilidade de reutilização de água e otimização de processos. Através deste mapeamento hídrico, sabe-se os pontos onde há uma maior demanda do consumo. Nestes

pontos, a probabilidade de haver desperdícios é maior e pode-se concentrar uma atenção especial, otimizando ou modificando processos operacionais.

Ao fazer a observação dos processos, percebe-se que alguns podem tolerar uma água com qualidade inferior ao da potável ou da que é utilizada nos processos. Aí então que entra a possibilidade de reuso de água nos processos. Através do reuso, é possível diminuir a quantidade de água consumida diretamente do meio ambiente, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e controle da poluição ambiental.

Para que a água seja reutilizada, ela deve apresentar características físicas, químicas e biológicas adequadas a cada uso. Um fato importante de acordo com MIERWZA, HESPANHOL e RODRIGUES (2006) é que a quantidade de contaminantes vai aumentando à medida que a água vai sendo reutilizada. Logo, antes de reutilizar a água num determinado processo, deve-se fazer um levantamento de suas características físicas, químicas e de contaminantes presentes. A partir de então, pode ser feito um balanço material da quantidade de água que será reutilizada.

Quando se trata de reduzir e otimizar o consumo de água nas indústrias, é prioritário uma avaliação dos processos industriais para a possível otimização do consumo de água, torna-se necessário conhecer os processos e as atividades desenvolvidas na indústria, pois é através desse conhecimento das atividades que podemos perceber as oportunidades de melhoria no consumo de água, pois é a partir de então que saberemos onde que se consome água, a quantidade, a qualidade desta água que é utilizada e os pontos de geração de efluentes.

Esta avaliação dos processos industriais pode ser feita com visitas ao chão de fábrica, observando e analisando os processos, conversando com os operários; também pode ser feita com dados disponíveis na literatura; esta avaliação também pode ser feita com base nos documentos que estão disponíveis na própria indústria. Ex: fluxogramas de processos, descrição de sistemas, procedimentos operacionais padronizados, rotinas operacionais, manuais de operação.

2.1.1 Avaliação de documentação

“O levantamento dos documentos disponíveis pode ser uma das formas de obtenção dos dados referentes ao consumo de água (qualidade e quantidade) e geração de efluentes” (SAUTCHUK; LANDI; MIERZWA, 2006, P. 39).

Comumente analisa-se primeiramente as documentações disponíveis na empresa e a partir de então vai-se a campo verificar se o que está descrito nos fluxogramas e procedimentos operacionais vêm sendo cumpridos.

Esta ação de verificar a documentação da empresa é uma das formas mais eficientes de se avaliar os principais pontos de consumo de água junto com a qualidade requerida para essa água consumida, pois, nestes documentos geralmente constam os pontos de consumo. O nível de detalhamento destes documentos é muito importante para que se tenha um levantamento dos pontos de consumo confiável, pois quanto mais detalhado forem estes documentos, maior será o entendimento das atividades e o nível de especificação delas, isto permite melhor compreensão e observação com clareza dos pontos de consumo e a qualidade da água requerida.

2.1.2 Visitas de campo

Ao otimizar o consumo d'água, Mierzwa e Hespanhol (2005) indicam que após análise de documentação disponível, é imprescindível visitar a campo os processos produtivos. Nesta visita, é importante estar acompanhado ou conversar antes com profissionais que tenham conhecimento a fundo dos processos, para que eles possam esclarecer alguns pontos de possíveis dúvidas. Pode-se comparar o que estava descrito nas documentações com o que consta na realidade e verificar também se os processos são realizados da maneira mais eficiente com relação ao consumo e o que pode ser modificado ou otimizado visando uma melhor utilização dos recursos hídricos.

O objetivo é avaliar “in loco” os diversos usos da água para detalhamento e aferição dos dados obtidos na análise documental e pesquisa de novas informações eventualmente necessárias. É no levantamento de campo que se pode aferir na prática a realidade e rotina das diversas atividades que ocorrem ao longo do tempo em uma indústria, muitas delas envolvendo apenas sistemas e equipamentos e outras relacionadas diretamente ao comportamento dos operadores e funcionários. Deve ser preparado um questionário específico a ser respondido pelo responsável de cada setor ou atividade consumidora, avaliando-se os procedimentos de utilização da água, condição dos sistemas hidráulicos, perdas físicas, usos inadequados e usuários envolvidos (SAUTCHUK; LANDI; MIERZWA, 2006, P. 40).

2.2 Balanço Hídrico Industrial

É importante fazer um agrupamento das informações levantadas, junto com as demandas e nível de qualidade da água exigida. Este agrupamento pode ser feito através de diagrama de blocos, planilhas eletrônicas ou tabelas. Eles devem ser feitos de maneira clara de modo que especifiquem as demandas de água e geração de efluentes nos variados setores. Pode se especificar o uso de água em determinado processo junto com o tipo de água que é utilizada (seu nível de qualidade), especificando a vazão de água utilizada nos processos identificados.

A partir deste levantamento, confecciona-se gráficos que mostrem de uma maneira mais clara e expressiva as atividades que demandam maior volume de água. A partir destes gráficos, visualiza-se melhor os pontos que possuem maior potencial de redução do consumo de água. Os setores ou atividades que apresentam maior potencial de redução do consumo, são aqueles em que apresentam a maior demanda por água.

Este balanço hídrico industrial traz informações iniciais necessárias para a racionalização do consumo de água.

2.3 Minimização do Consumo de Água na Indústria

Feito o levantamento da demanda de consumo de água, a próxima etapa constitui-se de tomada de decisões para a minimização do consumo de água.

As principais ferramentas de prevenção da poluição, tendo em vista a redução do consumo de água e a geração de efluentes, são eliminar desperdícios, mudar procedimentos operacionais, treinar operadores; substituir dispositivos e equipamentos e alterar o método de produção.

A prioridade das alternativas a serem adotadas depende da complexidade e dos custos envolvidos de implantação, devendo-se optar, inicialmente, por aquelas de complexidade e custos menores (MIERZWA e HESPANHOL, 2005, p. 101 e 102).

Quando se deseja reduzir o consumo de água numa indústria, a primeira ação que deve ser tomada é a eliminação de pontos de desperdícios. Os desperdícios podem ocorrer através de mau funcionamento de equipamentos e mal regulação dos mesmos, falta de informação dos operadores de máquinas que às vezes não operam da maneira correta, condições inadequadas ao trabalho também contribuem para o desperdício de água, como falta de monitoramento do consumo em alguns setores.

O desperdício não é exclusividade dos processos industriais. Dentre atividades corriqueiras, pode-se citar como exemplos:

- Vazamentos em tubulações, torneiras e acessórios;
- Falta de manutenção nos dispositivos de armazenagem, transporte e distribuição de água;
- Uso de equipamentos com elevado consumo;
- Falta de rotinas de trabalho e acompanhamento de operações que envolvam o uso de água;
- Realização de operações simultâneas por um mesmo operador;
- Inexistência de instrumentos para o acompanhamento de operações secundárias. (MIERZWA e HESPANHOL, 2005, p. 102).

Diante desses casos, percebe-se uma grande oportunidade de redução no consumo de água aplicando um programa de combate ao desperdício na empresa como um todo. Incluindo todos os setores onde a água é armazenada, tratada, transportada, distribuída e consumida. Uma alternativa para o controle de desperdícios é a implantação de um programa de manutenção periódica, mantendo os dispositivos em perfeitas condições de uso, eliminando então possibilidades de desperdício de água por mau funcionamento dos equipamentos e evitar vazamentos nos equipamentos ou tubulações. Constantemente deve-se tomar práticas que possibilitem o melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

Além da eliminação de desperdícios na empresa, quando queremos uma redução no consumo de água, às vezes torna-se necessário modificar procedimentos de operação que

geralmente são utilizados. Geralmente, quando determina-se um procedimento para se produzir algum produto, é estabelecido um procedimento que maximize o rendimento do processo, ou seja, é feito um estudo para se determinar a maneira mais eficiente de se produzir algo, estabelecendo um procedimento padrão. Porém, com o passar do tempo, na rotina do dia a dia no chão de fábrica, os procedimentos propostos inicialmente vão sofrendo alterações, alterações estas que às vezes acabam passando despercebidas pelos responsáveis.

Porém, quando se trata de reduzir o consumo de recursos naturais, no caso, a água, é necessário observar e repensar o modo pelo qual as atividades são realizadas.

Caso necessário, é importante alterar alguns procedimentos pelos quais são realizadas algumas atividades sempre visando a redução de desperdício de água. Existem várias alternativas de inovações tecnológicas que podem ser testadas visando a otimização do consumo de água. É importante que caso seja modificado algum procedimento ou algum equipamento, seja estabelecido um período de testes com a finalidade de se verificar a viabilidade ambiental e econômica desta mudança.

Ao identificar uma oportunidade de melhoria em um determinado setor ou processo, é importante fazer um levantamento do consumo de água diário e mensal neste setor ou processo e fazer um levantamento do potencial de redução de consumo ao eliminar os pontos de desperdício ou modificar o processo automatizando o mesmo.

Ao identificar-se a capacidade de redução de consumo de água num determinado processo, torna-se importante avaliar as oportunidades, sempre observando a viabilidade econômica, viabilidade técnica, impacto operacional, impacto ambiental (indicador de consumo) e retorno sobre investimento. Deve-se realizar um levantamento do tempo de vida dos equipamentos que são utilizados na indústria e das condições dos mesmos, pois, muitas vezes os equipamentos estão em más condições de uso ou são muito velhos e acabam consumindo muita água. Geralmente convém substituir equipamentos velhos por outros mais novos, pois, o retorno sobre a economia que se gera geralmente paga o investimento.

Em todas as situações que são analisadas, diante de todas as possibilidades que podem influenciar o desempenho de uma atividade ou processo produtivo, é imprescindível controlar as ações humanas para que se tenha uma maior eficiência no processo de redução do consumo de água, porém controlar as ações humanas é muito difícil. Com o passar do tempo, o homem

desenvolve hábitos diferentes dos estabelecidos em determinadas atividades e acabam por desenvolverem suas atividades da maneira que lhes convém, que por sua vez, pode não ser o mais adequado a empresa.

Desta forma, a realização de treinamentos constitui uma ferramenta importante na minimização de desperdício, pois permite conscientizar a todos os envolvidos no processo produtivo.

Estes treinamentos visam estabelecer os procedimentos operacionais e conscientizar os colaboradores da importância de cumpri-los e de não modificar a maneira de se realizar uma atividade sem nenhum fundamento teórico ou científico.

2.4 Reuso de Água

De acordo com Mierzwa e Hespanhol (2005), reuso de água consiste em utilizar efluentes tratados ou não tratados para fins como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis, ou seja, reuso de água nada mais é do que a utilização dos efluentes tratados nas respectivas estações de tratamento, ainda o uso direto de efluentes substituindo a fonte de água que seria utilizada. Estas ações contribuem para a redução do volume de água captado e diminui a geração de efluentes pela indústria.

Quando se trata de reuso de água, pode ocorrer de duas maneiras:

- Reuso direto: o efluente gerado em um determinado processo, é utilizado em outro processo, sem sofrer nenhum tipo de tratamento, pois os padrões físico, químico e biológico do efluente gerado é compatível com os padrões exigidos para o processo subsequente. Essa forma de reuso é conhecida como cascata.

Neste processo, o efluente gerado em um determinado processo industrial é diretamente utilizado, sem tratamento, em um outro subsequente, pois o efluente gerado atende aos requisitos de qualidade de qualidade água exigido pelo processo subsequente (HESPANHOL; MIERZWA; RODRIGUES, 2006, P.16).

- Reuso de efluentes tratados: consiste em utilizar o efluente em algum processo após ele ser tratado.

Uma vantagem do sistema de cascata é que ele além de minimizar o consumo de água, também diminui a geração de efluentes que precisam passar por um processo de tratamento.

Cabe ao gestor responsável pelo projeto de reuso determinar a maneira de reuso a ser adotada, levando em consideração os investimentos que se farão necessários. Em alguns casos de projeto de reuso, torna-se necessário alterar o processo de armazenagem da água, o transporte e para onde essa água será destinada.

2.4.1 Legislação sobre reuso de água

A Lei federal 9.433/97 institui a política nacional de recursos hídricos. O conceito de reuso não é abordado de forma explícita nesta lei federal, a qual dispõe essencialmente sobre o uso primário da água. Entretanto vários dispositivos apontam na direção do reuso como um processo importante para a racionalização do consumo de água como no artigo 1 parágrafo II, o qual cita que a água é um recurso natural limitado dotado de valor econômico; a escassez e o valor econômico induz a reutilização. No artigo 1 parágrafo IV, diz que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplos das águas; efluentes ou águas de segunda qualidade são partes integrantes dos recursos hídricos nacionais e poderão ser utilizados de forma benéfica para usos múltiplos. No artigo 2 parágrafo I, diz que deve assegurar á atual e ás futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; isto nos leva a entender que os usos menos exigentes podem ser atendidos com água de qualidade inferior e a prática do reuso proporciona aumento na disponibilidade de água.

No próprio município de Maringá foi aprovado pela câmara municipal a lei 6.076/03 que autoriza o município a utilizar água de reuso para fins de lavagens de ruas, praças públicas, irrigação de jardins, praças, campos esportivos, levando em consideração os custos e benefícios destas ações.

A prática do reuso no Brasil já é uma realidade e tende a aumentar justamente por questões de conscientização ambiental e também devido a implementação de instrumentos de outorga e principalmente pela cobrança pelo uso da água. A “imagem ambiental” positiva da empresa que pratica reuso também desempenha um papel ambiental significativo perante a opinião pública.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Metodologia

O presente trabalho caracterizou-se pelo estudo de caso numa empresa do ramo alimentício destinada a fabricação de bebidas refrigerantes. O desenvolvimento deste estudo se realizou primeiramente pelo acompanhamento dos processos e operações da empresa a fim de identificar os pontos de entrada e saída de água no processo, bem como potenciais oportunidades de melhoria. Após, realizou-se coletas de dados de consumo real e consumo teórico. Os setores da empresa observados foram: linha 1, linha 2, linha 3, xaroparia, troca iônica e estação de tratamento de água.

Ao identificar uma oportunidade de melhoria em um determinado setor ou processo, fez-se um levantamento do consumo de água diário e mensal neste setor ou processo e um levantamento da potencial redução de consumo, eliminando os pontos de desperdício ou modificando o processo por automação do mesmo.

Após levantamento de informações referentes ao processo, realizou-se um estudo baseado na: viabilidade econômica (se a economia paga o investimento), viabilidade técnica, impacto operacional, impacto ambiental (indicador de consumo) e retorno sobre investimento.

Depois de avaliar as oportunidades, apresentou-se o plano para a aprovação pela gerência e, conseqüentemente, seguiu-se com a execução ou não, de acordo com decisão gerencial.

3.2 Contextualização do Estudo de Caso

A empresa na qual foi desenvolvido este trabalho, é uma indústria do setor alimentício atuando no ramo de bebidas carbonatadas não alcoólicas. Situa-se em Maringá no Paraná.

A empresa surgiu em 1995 a partir da fusão de duas outras empresas. Seu mercado consumidor encontra-se no Paraná e em parte do interior de São Paulo.

O método de produção se baseia numa produção em linha na qual os produtos seguem em uma sequência de máquinas ou operações pré-determinadas. Abaixo (Figura 1) segue um organograma geral da área industrial da empresa:

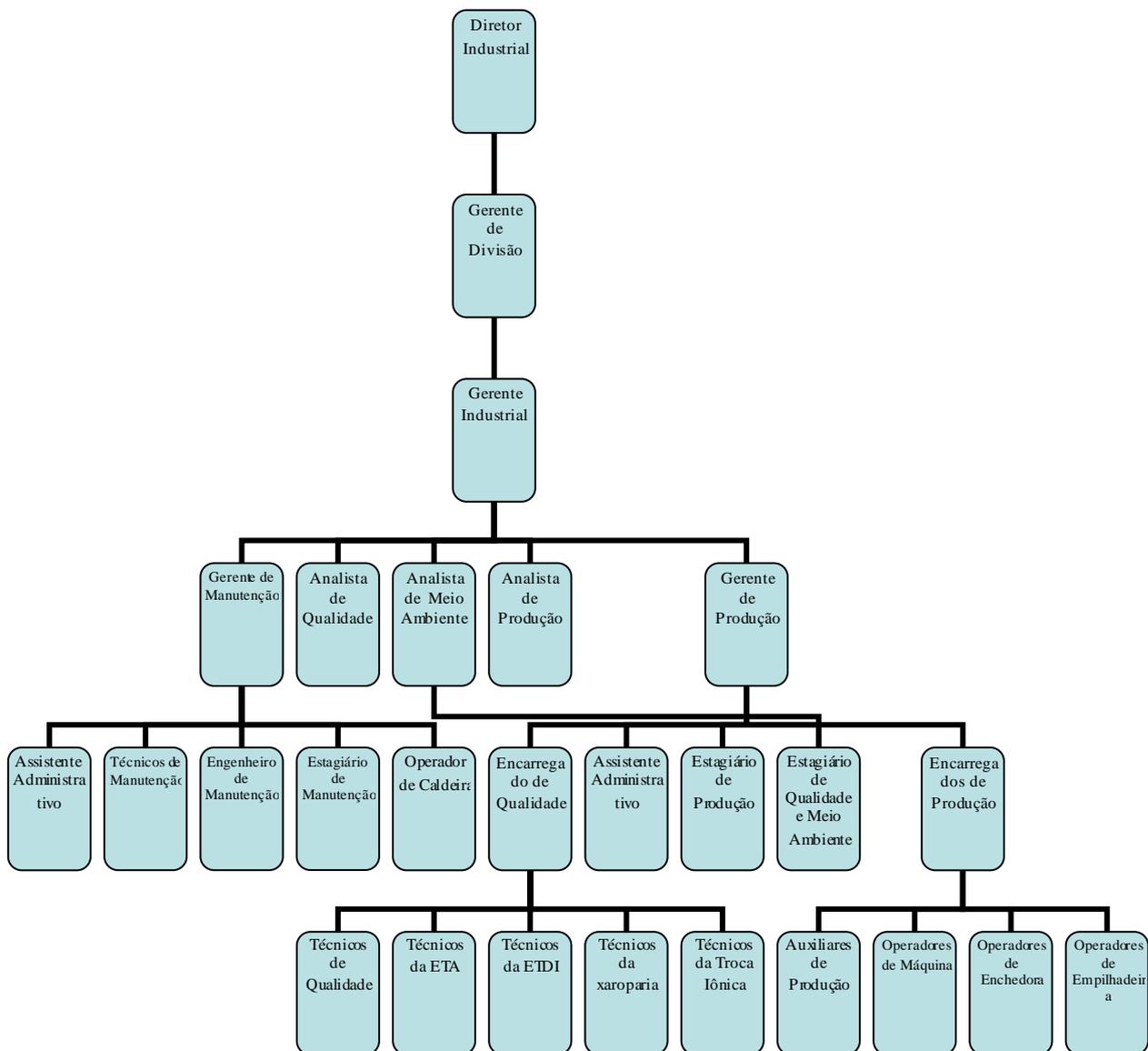


Figura 1: Organograma geral da área industrial.

3.3 Operações e Equipamentos dos Processos Produtivos

3.3.1 linha de vidro

a) transportadores (esteiras);

Transportam as garrafas de um equipamento a outro dando sequência na produção.

b) despaletização;

Realizado manualmente, consiste em retirar as caixas de refrigerante do pallet colocando-as na esteira.

c) remoção de canudos;

Equipamento que suga canudos, pedaços de papéis e outros objetos das garrafas.

d) desencaixotadora;

Equipamento que retira as garrafas de dentro da caixa.

e) pré-inspeção visual;

Garantir que as garrafas estejam prontas e aptas para receber o produto.

f) lavadora;

Equipamento que realiza a lavagem das garrafas.

g) ebi;

Equipamento que realiza inspeção eletrônica das garrafas.

h) envase e lacre;

No envase, as garrafas que saem da lavadora recebem a bebida e são lacradas.

i) inspeção de garrafas cheias;

As garrafas após o envase são avaliadas quanto á aparência, conteúdo líquido e corpo estranho.

j) inspetor de nível;

Verifica o nível de conteúdo.

k) ultrassom;

Consiste em vibrar as garrafas para verificar se estão bem lacradas.

l) detector de metais;

Equipamento que verifica a presença de resíduos metálicos nas garrafas, retirando-as do processo.

m) codificadora;

Codifica as garrafas.

n) encaixotadora;

Retira as garrafas do transporte posicionando-as nas respectivas caixas.

o) paletização;

Retiram-se manualmente as caixas do transportador colocando-as no pallet para que sigam para o estoque.

3.3.2 Linhas de PET

a) transportadores (esteiras);

Transportam as garrafas de um equipamento a outro dando sequência na produção.

b) transporte aéreo (air trans);

Realiza o transporte aéreo das garrafas do sopro para o envase.

c) rinsers;

Equipamento que enxágua as garrafas internamente antes de receberem a bebida.

d) proporcionador;

Equipamento que proporciona as quantidades de água e xarope.

e) cobrix;

Verifica o brix e a quantidade de CO₂ na bebida.

f) envase e lacre;

As garrafas são cheias e lacradas.

g) régua de ultrassom;

Equipamento que verifica via ultrassom se as garrafas estão bem lacradas.

h) inspeção de nível;

Equipamento que verifica o nível de conteúdo das garrafas cheias.

i) empacotadora;

Equipamento que empacota as garrafas em fardos de 6 unidades.

j) paletização;

A paletização é automatizada.

k) envolvedora.

Equipamento que envolve os pallets com filme, para que os pallets possam seguir para o estoque.

3.3.3 Sopros de garrafas

a) transportadores (esteiras);

Transportam as garrafas de um equipamento a outro dando sequência na produção.

b) transporte aéreo (air trans);

Realiza o transporte das garrafas do sopro para o envase.

c) alimentação;

A alimentação das preformas é feita por um equipamento tipo basculador que tomba as caixas de preformas e as transportam via esteira.

d) sopradora;

Equipamento que sopra as preformas após serem aquecidas, produzindo as garrafas pet através de um molde.

e) rotuladora;

Equipamento que rotula as garrafas

f) silos;

São locais onde as garrafas pet são armazenadas (estocadas).

g) posimat;

Equipamento que realiza o posicionamento das garrafas para serem transportadas dos silos para as linhas de envase através do transporte aéreo.

3.4 Indicador de Consumo de Água na Empresa

A empresa na qual foi desenvolvido este trabalho, possui um sistema implantado de indicador de utilização de água, o qual relaciona o consumo de água com o volume de bebida produzido, dimensionando assim litros de água por litro de bebida. Neste indicador é quantificado o consumo total de água na empresa, incluindo o consumo para envase de bebidas. Anualmente é estabelecida uma meta para o indicador de consumo de água com base no valor médio do indicador do ano anterior e com base na previsão de vendas que é estabelecida. A partir de então é feito o acompanhamento do consumo. Em 2008 houve um consumo de água acima da meta estabelecida pelo indicador, a partir de então constatou-se a

necessidade de se realizar um estudo para redução do consumo de água, visando a redução do indicador de consumo de água.

A Tabela 1 apresenta dados do consumo de água e do volume produzido para o ano de 2008.

A importância da Tabela 1 é melhor compreendida com a visualização do gráfico apresentado na Figura 2. Neste, é possível observar o consumo mensal de água, comparando-o com o ano anterior e verificar que o consumo específico da água mensal só conseguiu atingir valor abaixo da meta estipulada no mês de dezembro, permanecendo todos os outros meses, acima do estabelecido pela meta.

Tabela 1: Dados referentes à produção e consumo de água em 2008.

Informação Histórica 2.008					
Mês	Vol. produzido bebida (L)	Água total consumida (L)	Consumo específico da água mensal (L/L)	Consumo específico da água acumulado (L/L)	Meta 2008
Jan.	16.216.113	34.243.000	2,11	2,11	1,70
Fev.	16.019.929	30.584.000	1,91	2,01	1,70
Mar.	20.134.797	35.964.000	1,79	1,92	1,70
Abr.	14.876.568	29.101.000	1,96	1,93	1,70
Mai.	16.317.870	31.741.000	1,95	1,93	1,70
Jun.	14.798.763	29.776.000	2,01	1,95	1,70
Jul.	16.012.211	30.885.000	1,93	1,94	1,70
Ago.	18.038.194	32.067.000	1,78	1,92	1,70
Set.	16.906.419	32.689.000	1,93	1,92	1,70
Out.	18.789.905	34.784.000	1,85	1,91	1,70
Nov.	19.378.598	34.670.000	1,79	1,90	1,70
Dez.	24.562.511	39.075.000	1,59	1,87	1,70

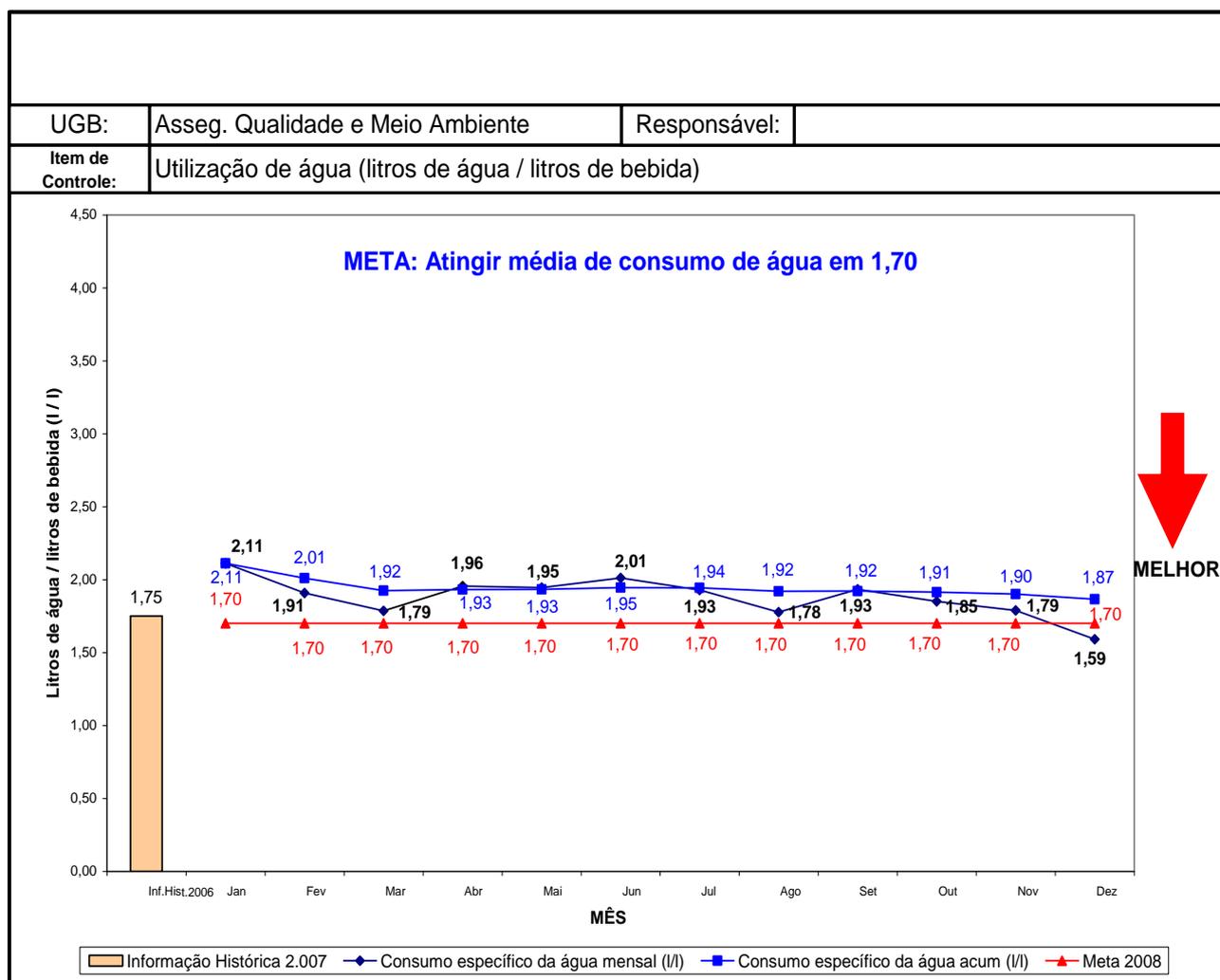


Figura 2: Gráfico do Indicador de Consumo de Água

3.5 Gerenciamento de Recursos Hídricos na Empresa

Com relação ao gerenciamento dos recursos hídricos na fábrica, observou-se que a empresa se enquadra basicamente em três áreas:

- a) medição do consumo de água na fábrica;
- b) medição do custo total da água utilizada na fábrica;
- c) comunicação das medidas ao pessoal da fábrica que tenha maior possibilidade de afetá-las de forma positiva.

O Gerenciamento de Recursos Hídricos se torna muito melhor quando há uma comunicação clara das medidas de desempenho á fábrica.

Constatou-se que a empresa em questão utiliza água de cinco poços artesanais, capta água da chuva e utiliza água da SANEPAR. Diariamente são feitas leituras dos hidrômetros de cada poço, de captação da chuva e da SANEPAR, estas leituras são armazenadas em um arquivo, os dados também são alimentados numa planilha eletrônica de consumo de água. No começo do mês são observados os consumos de cada poço e da SANEPAR e os valores consumidos são alimentados na planilha de indicador de consumo de água do mês anterior.

São utilizados quatro tipos de água diferentes na empresa, que são classificados de acordo com a forma de tratamento. Os tipos de água utilizados são: água da SANEPAR, água de equipamento (abrandada); água de embalagem (pré-clorada ou semi tratada) e água de produto (tratada). A Tabela 2 segue abaixo mostrando para quais utilidades ou setores cada tipo de água é utilizado dentro da empresa.

Tabela 2: Setores em que são utilizados cada tipo de água

Água da SANEPAR	Água de Equipamento	Água de Embalagem	Água de Produto
Sanitários	Caldeiras	Rinser	Xaroparia
Vestiários	Torres de Resfriamento	Lavadora de Garrafas	Troca Iônica
Almoxarifado			Linha 1
Administrativo			Linha 2
Área de resíduos			Linha 3
ETA			
ETDI			
Limpeza de Pisos			
Sopro de garrafas			

A documentação é realizada mediante alguns procedimentos básicos.

Mensalmente preenche-se uma planilha eletrônica com os custos referentes ao tratamento de água e ao tratamento de efluentes, incluindo custos fixos, e variáveis. Os custos fixos incluem salários e benefícios dos técnicos das estações de tratamento de água e

tratamento de efluentes, análises laboratoriais, manutenção. Os custos variáveis são aqueles que variam por metro cúbico tratado, os quais são: reagentes (sanitizantes, coagulantes, alcalinizantes) e eletricidade.

Abaixo seguem os dados referentes aos custos na estação de tratamento de água e na estação de tratamento de efluentes no ano de 2008 (Tabela 3 e 4, respectivamente).

Tabela 3: Custos da Estação de Tratamento de Água (2008)

Mês	Volume Tratado (m ³)	Custo Fixo		Custo Variável		Custo Total	
		R\$	R\$/m ³	R\$	R\$/m ³	R\$	R\$/m ³
Janeiro	34.371	15.285,26	0,44	6.341,00	0,18	21.626,26	0,63
Fevereiro	30.762	43.701,50	1,42	9.353,00	0,30	53.054,50	1,72
Março	35.964	21.547,63	0,60	11.848,00	0,33	33.395,63	0,93
Abril	29.101	15.868,77	0,55	7.766,00	0,27	23.634,77	0,81
Maiο	31.741	12.809,70	0,40	11.445,00	0,36	24.254,70	0,76
Junho	29.776	137.080,69	4,60	9.519,00	0,32	146.599,69	4,92
Julho	31.351	178.187,43	5,68	7.391,00	0,24	185.578,00	5,92
Agosto	32.067	23.526,01	0,73	10.347,79	0,32	33.873,80	1,06
Setembro	32.690	39.645,12	1,21	8.192,22	0,25	47.837,34	1,46
Outubro	34.784	17.087,07	0,49	9.216,26	0,26	26.303,33	0,76
Novembro	34.670	19.519,76	0,56	6.951,38	0,20	26.471,14	0,76
Dezembro	39.075	13.329,26	0,34	11.392,53	0,29	24.721,79	0,63
Total / Média	396.352	537.588,20	1,35	109.763,18	0,28	647.351,38	1,63

De acordo com a Tabela 3, a média anual para o custo total na estação de tratamento de efluentes ficou em R\$1,63 por m³ de água. Essa foi uma média bem acima do padrão devido a grandes custos produzidos nos meses de junho e agosto.

Nos meses em que há um custo bem acima da média dos outros meses, significa que houve alguma manutenção ou serviço de consultoria na estação de tratamento. Estes custos são contabilizados também como custos dos tratamentos.

O custo do tratamento de efluente possui uma média de R\$ 3,39 por m³, conforme pode ser verificado na Tabela 4.

Tabela 4: Custos da Estação de Tratamento de Efluentes (2008)

Mês	Volume Tratado (m ³)	Custo Fixo		Custo Variável		Custo Total	
		R\$	R\$/m ³	R\$	R\$/m ³	R\$	R\$/m ³
Janeiro	13.255	16.227,34	1,22	2.741,35	0,21	18.968,69	1,43
Fevereiro	10.583	41.558,00	3,93	14.901,76	1,41	56.459,76	5,33
Março	9.811	29.985,69	3,06	10.158,00	1,04	40.153,69	4,09
Abril	11.962	38.465,37	3,22	10.048,20	0,84	48.513,57	4,06
Maio	13.872	66.675,32	4,81	18.890,00	1,36	85.565,32	6,17
Junho	13.026	36.291,19	2,79	19.058,74	1,46	55.349,93	4,25
Julho	11.692	13.834,57	1,18	17.809,29	1,52	31.643,86	2,71
Agosto	11.241	20.725,53	1,84	16.842,01	1,50	37.567,54	3,34
Setembro	14.614	17.648,67	1,21	17.317,16	1,18	34.965,83	2,39
Outubro	12.688	10.575,43	0,83	15.045,15	1,19	25.620,58	2,02
Novembro	13.008	12.854,14	0,99	17.255,15	1,35	30.409,29	2,34
Dezembro	11.794	14.036,42	1,19	20.690,80	1,75	34.727,22	2,94
Total / Média	147.546	318.877,67	2,16	181.057,61	1,23	499.935,28	3,39

Com base nestes dados pode-se dizer que é importante sempre ao avaliar os projetos de gerenciamento de recursos hídricos, levar em consideração o impacto de cada proposta sobre cada uma dessas áreas. Por exemplo, a instalação de um sistema de re-utilização de água em uma fábrica poderia afetar:

a) o custo de aquisição da água da fábrica, reduzindo o volume de água necessário e evitando uma despesa adicional;

b) o custo do tratamento da água, reduzindo a quantidade de água tratada na fábrica, evitando assim a despesa de tratamento de água reutilizada;

c) a despesa de tratamento de água, eliminada para cada metro cúbico de água reutilizada;

d) o custo de descarga também é eliminado para cada metro cúbico de água reutilizada, possivelmente evitando o volume baseado em despesas adicionais e taxas.

e) o custo de infra estrutura pode ser alterado evitando-se a despesa de expansão de uma instalação de tratamento existente ou projetada.

Assim, o custo total de utilização de água na indústria levando em consideração o custo de fornecimento de água (SANEPAR - R\$ 3,31), o custo de tratamento de água (R\$1,63) e o custo do tratamento de efluentes (R\$3,39) é da ordem de 8,33 R\$/m³.

A região em que a empresa está localizada é uma região privilegiada no que diz respeito á disponibilidade de recursos hídricos, nunca houve em nenhum momento problema de disponibilidade de água, entretanto mesmo assim a empresa em questão possui uma visão de redução dos impactos ambientais causados por suas atividades, incluindo ai o consumo de água. A empresa sempre buscou melhorar o planejamento e práticas de avaliação do gerenciamento de recursos hídricos reduzindo e reutilizando águas. Várias ações já foram tomadas no passado como a reutilização da água do rinser da linha 2 e do rinser da linha 3. O rinser é um equipamento que faz o enxágüe das garrafas pet antes de entrarem na sala de envase. A empresa também instalou um sistema de captação de água da chuva visando reduzir o consumo de água da rede, também adotou um sistema de lubrificação a seco nas esteiras das linhas 2 e 3, porém mesmo assim continua constantemente visando reduzir o consumo de água.

Para que seja de bom proveito o gerenciamento dos recursos hídricos, é importante haver uma boa comunicação entre os setores junto com seus gestores com os objetivos bem definidos.

Em suma, os esforços de avaliação do gerenciamento dos recursos hídricos da fábrica focalizam a medição e comunicação do trabalho realizado em todas as áreas da fábrica.

3.6 Desenvolvimento

Inicialmente realizou-se uma avaliação da documentação com respeito á empresa. Nesta documentação incluíam planilhas eletrônicas de consumo de água, indicador de consumo, planilhas eletrônicas de custo de tratamento de água e de tratamento de efluentes, foi analisado também os procedimentos operacionais padronizados, fluxogramas do tratamento de água e dos processos produtivos.

Posteriormente realizou-se um acompanhamento dos processos e operações diárias visando identificar oportunidades de melhorias conversando com os gestores das áreas e com os técnicos e operadores de máquinas que estavam nas operações diariamente. O objetivo do acompanhamento era de verificar a possibilidade de eliminar vazamentos, modificar procedimentos e verificar as operações. Geralmente a questão de vazamentos de água acaba sendo negligenciada dentro das indústrias, porém quando se quantifica esses vazamentos, percebe-se que há uma grande oportunidade de redução do consumo de água, como por exemplo, em lubrificação do selo de bomba, jatos de água e lubrificação das linhas de enxágüe.

Neste trabalho, será mostrado os levantamentos realizados nos setores onde foram verificados as oportunidades de melhorias. Em suma, os esforços de redução do consumo neste levantamento focalizaram a eliminação do desperdício de água em todos os setores da fábrica, entendendo como desperdício o uso de água além do necessário, ou o descarte desnecessário de quantidades significativas de água.

Os setores da empresa identificados que podem ser atribuídas ações de redução do consumo de água são:

- a) linha 1;
- b) linha 2;
- c) troca Iônica;
- d) xaroparia;
- e) estação de tratamento de água.

Em todos os setores citados com oportunidades de melhoria, fez-se um levantamento quantitativo do impacto que a redução do consumo de água traria no indicador de consumo de água. Também realizou-se um estudo da viabilidade de redução, analisando aí o período de retorno do investimento e também o valor econômico agregado de oportunidades para reduzir e reutilizar.

Em cada oportunidade citada no trabalho, cabe ao gestor responsável da área definir as prioridades de aplicação.

3.6.1 Estação de tratamento de água

A água é o principal insumo das indústrias de refrigerantes, representando 85% da sua composição. A qualidade da água afeta diretamente a qualidade dos refrigerantes.

A estação de tratamento de água da empresa é composta por um sistema de múltiplas barreiras, o qual existe para garantir a qualidade da água tratada contra os efeitos potenciais de contaminantes indesejáveis que possam estar presentes na água.

A estação de tratamento de água em questão é composta por um floculador hidráulico, um filtro de areia dinâmico, uma cisterna de água semi tratada, filtro de carvão e filtro polidor. As etapas do tratamento de água são:

- a) cloração;
- b) coagulação e floculação;
- c) filtração em filtros de areia;
- d) filtração em filtros de carvão;
- e) filtração em filtros polidores.

Coagulação/Floculação

Nessa etapa, é adicionado à água hipoclorito de sódio e policloreto de alumínio (agente floculador). O policloreto de alumínio capta as impurezas e microorganismos presentes na água formando flocos de lodo.

Filtro de Areia

Em seguida a água passa por um filtro de areia (Figura 3) com o objetivo de reter os flocos de lodo. Abaixo segue figura do filtro de areia:

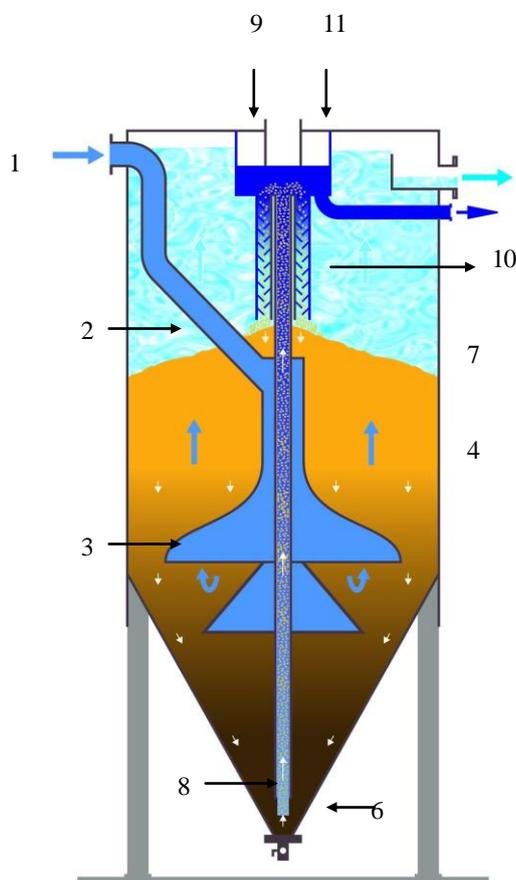


Figura 3: Filtro de areia

Este filtro opera continuamente, pois a areia é limpa durante o processo. Sendo o filtro auto limpante, não ocorre interrupções no processo produtivo.

A operação do filtro segue procedimento conforme relatado a seguir:

A água a ser filtrada é levada ao filtro pelo duto de alimentação (1). É introduzida no leito de filtragem (4) através do duto de abastecimento (2) e dos distribuidores (3). A água é purificada enquanto flui para a parte superior através do filtro. O filtrado é descartado pela parte superior do mesmo (5).

O leito de filtragem move-se continuamente para baixo, enquanto que o fluxo de água é ascendente. A areia suja (6) é separada do leito de filtragem e lavada, após o que é reposta na parte superior do leito de areia (7). A circulação do ar está baseada no princípio de ascensão do ar, forçando a mistura da areia suja com a água ascendente através de um duto central (8). O intenso movimento por atrito, separa as impurezas das partículas de areia. No topo do duto, o ar é liberado e a água suja descartada (9). A areia decanta no “lavador”. O lavador (10) é um dispositivo hidráulico posicionado próximo ao duto com ar. As partículas de areia caem pelo “lavador”, onde são completamente lavadas por pequena quantidade de filtrado, fluindo através dele por contracorrente. O fluxo do filtrado é gerado pela diferença de descarte entre o filtrado (11) e o efluente (9).

O efluente (9) que sai pela parte posterior do filtro passa por um decantador, com o objetivo de reaproveitar uma parte desta água. A água contendo altas taxas de sólidos suspensos entra pelo compartimento de acesso do decantador e flui para ambos os lados para baixo. Dentro da tanque, entra no sistema de lâminas, o qual é construído em um número de lâminas chatas as quais são posicionadas em um único ângulo. A área total de decantação e distância entre as lamelas é determinada pelas características do lodo. Durante o transporte da água para cima, o lodo senta nas lamelas e a água limpa deixa o decantador por um duto. O desenho especial do duto promove uma eficiência alta de decantação. O lodo nas lamelas corre para baixo, contrário ao transporte de água. A entrada da água nos lados das lamelas promove um deslizamento tranquilo do lodo evitando a acumulação e entupimento entre as lamelas. O lodo vai se acumulando no fundo onde vai ocorrendo o descarte continuamente.

Filtro de Carvão

Depois da filtração de areia, a água passa por um filtro de carvão. A composição interna do filtro de carvão é igual á do filtro de areia, exceto que o carvão ativado é usado no lugar da areia. A função do filtro de carvão é remover o cloro e as substâncias que produzam gosto e odor. A eficiência do filtro depende do tipo de carvão e do tempo que a água permanece em contato com o carvão. As partículas de carvão são extremamente porosas e sua eficácia de adsorção é relativa a área de superfície de que se dispõe.

Filtro Polidor

É a última etapa no processo de Tratamento da água, usada após a filtração em carvão, protege a aparência da água através da remoção de pequenas partículas de carvão.

3.6.2 Oportunidade de melhoria na estação de tratamento de água

Observando-se a estação de tratamento de água verificou-se uma oportunidade de melhoria na saída do decantador. O decantador elimina água com lodo proveniente do filtro de areia continuamente. Constatou-se a possibilidade de descartar esta água em batelada ao invés de descartá-la continuamente, pois descartando continuamente, acaba sendo desperdiçado água que poderia ser reutilizada. Com base nesta observação, iniciou-se um estudo de viabilidade de descarte em batelada no decantador.

Durante este estudo, primeiramente mediu-se a vazão de saída de água suja do decantador, encontrando um valor de 750 l/h, o valor mínimo de descarte informado pelo fornecedor do decantador operando continuamente foi de 300 l/h, percebeu-se então que era lançado mais água do que o necessário.

A regulagem da válvula de saída do decantador era manual, regulada pelo técnico da estação de tratamento de água. Após a medição da vazão realizou-se uma série de testes para descarte em batelada visando encontrar a melhor forma de descarte possível, na qual desperdiçasse o mínimo de água possível sem comprometer a qualidade da água tratada.

No teste inicial, fechou-se o registro de saída do decantador por 3 horas. Após as 3 horas, abriu-se ao máximo o registro, descartando o maior volume possível, analisando a cor da água. A vazão encontrada com a válvula aberta ao máximo foi de 11.700 l/h.

A água de saída inicial possui uma cor escura, bem suja. Quando observou-se que a água suja fora eliminada por completo, fechou-se o registro novamente.

Antes do fechamento inicial do registro de saída do decantador, fez-se análise da turbidez da água do decantador que já era recuperada. Após as 3 horas com o registro fechado, refez-se a análise da cor da água do decantador que já era recuperada para verificar se o fechamento do registro não interferiu na cor da água, não foi verificadas alterações consideráveis na turbidez da água.

O teste 1 (duração de 3 horas) pode ser resumido conforme segue a seguir:

- Em 4s, mediu-se um volume de 13L no balde graduado, obtendo-se uma vazão de 11.700 L/h;
- O período de descarte da saída do decantador até a água ficar clara (limpa), foi de 2 minutos;
- Neste período, foram descartados 390 L de água;
- A turbidez inicial da água do decantador que era recuperada foi de 0,26 NTU (unidade nefelométrica de turbidez);
- A turbidez após as 3 horas foi de 0,34 NTU.
- Não houve alteração expressiva na cor da água que já era recuperada;
- Não verificou-se alteração no volume do filtro de areia e do decantador no período que o registro de descarte da saída do decantador esteve fechado.

Após o teste inicial, foram realizados mais cinco testes com intervalos de 2,5 horas, 2 horas, 1,5 horas, 1 hora e 0,5 hora. A Tabela 5 apresenta um resumo com os valores encontrados nos testes. O tempo médio diário de trabalho do decantador foi de 16 horas,

durante todos os testes acompanhamos a turbidez da água que já é recuperada no decantador, em nenhum dos testes foi verificada alteração significativa na cor da água. Uma alteração na cor da água poderia significar a inviabilidade de descarte em batelada pois comprometeria a qualidade da água final, água esta que será utilizada em processo. Também não foi verificada alterações no volume de água no filtro de areia e no decantador no decorrer dos testes.

Tabela 5: Resultados dos testes em batelada

TESTES PARA DESCARTE EM BATELADA NA SAÍDA DO DECANTADOR						
Tipo de Descarte	Duração do teste (h)	Vazão de saída (l/s)	Tempo de descarte (s)	Volume descartado (l)	Volume mensal descartado (l)	Redução de consumo em relação ao descarte contínuo
Batelada	0,5	3,25	20	65	62.400	83%
Batelada	1,0	3,25	30	98	46.800	87%
Batelada	1,5	3,25	40	130	42.900	88%
Batelada	2,0	3,25	50	163	39.000	89%
Batelada	2,5	3,25	60	195	40.950	89%
Batelada	3,0	3,25	100	325	48.750	87%
Contínuo	16	0,21	57.700	12.117	363.510	-

Uma forma de melhor visualizar os resultados obtidos nos testes é encontrada no gráfico esquematizado na Figura 4.

Analisando conjuntamente a Tabela 5 e o gráfico apresentado na Figura 4, é possível perceber que a forma mais eficiente para descarte encontrada foi em batelada a cada duas horas com duração do descarte de cinquenta segundos. Como o decantador trabalha em média dezesseis horas por dia, seriam feitos oito descartes diários. Esta ação isolada traria uma redução no consumo de 324.510 litros de água por mês, o que representaria em custo R\$ 2.703,17 incluindo custo de fornecimento de água da SANEPAR, custo do tratamento de água e custo de tratamento de efluentes. No indicador de consumo de água, traria uma redução de 0,03 litro de água por litro de bebida.

Para a execução desta melhoria, foi proposto a instalação de uma válvula solenóide de acionamento automático na tubulação de descarte do decantador com um temporizador regulável, o qual seria regulado para acionar a válvula a cada duas horas descartando a água suja do decantador por cinquenta segundos.

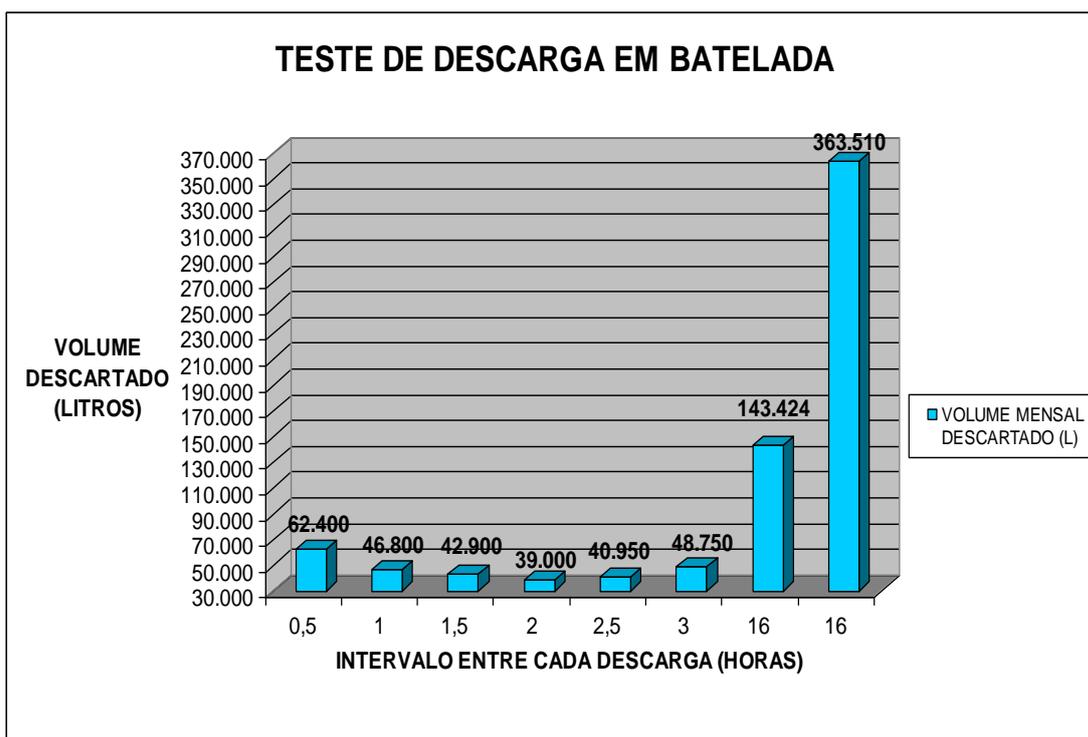


Figura 4: Resultado dos testes para descarte em batelada

3.6.3 Troca iônica

A troca iônica é o local onde é produzido o xarope simples. O xarope simples consiste numa mistura de água com açúcar.

Os equipamentos que são utilizados na troca iônica são: moega, tanque dissolutor, filtro de areia, coluna aniônica, filtro de carvão, trocador de calor e tanque de acumulação.

O processo consiste em transportar o açúcar cristal através da moega para o tanque dissolutor onde o açúcar cristal é dissolvido com água aquecida, depois a mistura passa por um filtro de areia com o objetivo de reter sujidades, após o filtro de areia, a mistura passa por uma coluna de resina aniônica que possui como função fazer o clareamento do açúcar líquido por troca iônica. A Figura 6 apresenta uma imagem da coluna aniônica:

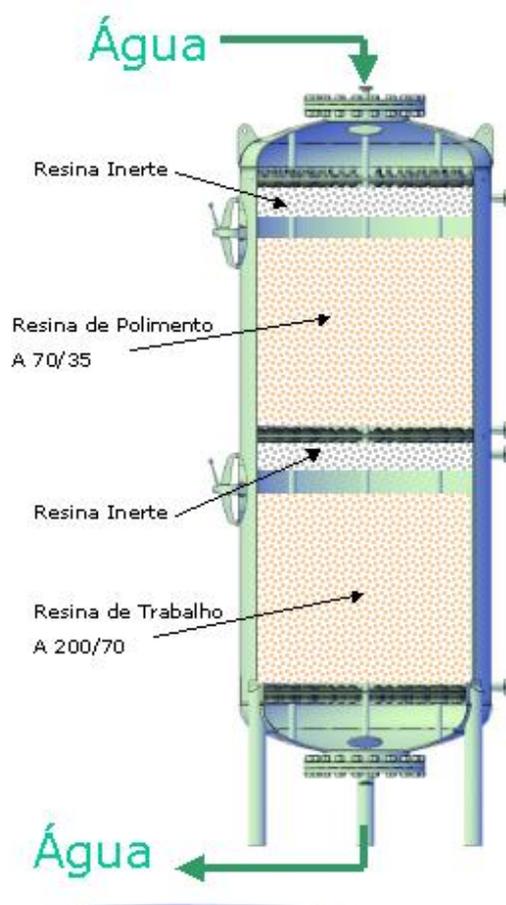


Figura 5: Coluna Aniônica

Após a coluna aniônica, o açúcar passa por um filtro de carvão e posteriormente é resfriado por um trocador de calor e vai para o tanque de acumulação intermediário que armazena este açúcar líquido por um curto período de tempo até que este açúcar seja solicitado na xaroparia para preparo do xarope final.

3.6.4 Oportunidades de redução de consumo na troca iônica

Na troca iônica, verificou-se a oportunidade de redução de consumo nas bombas a vácuo do tanque dissolutor, do filtro de areia, do filtro de carvão e do tanque de acumulação.

Em todas essas bombas o processo de resfriamento dos selos das bombas é feito com água, cujo objetivo é evitar o aquecimento e desgaste dos selos. A liberação das águas de selagem é constante, mesmo quando a produção encontra-se parada.

Para todas as bombas, calculou-se a vazão por hora com o auxílio de um cronômetro e de uma proveta graduada para que fosse possível calcular o quanto estaria sendo desperdiçado diariamente e mensalmente. A troca iônica opera 24 horas por dia.

Abaixo segue valores encontrados nas medições das vazões de desperdícios nas bombas da troca iônica.

Tabela 6: Medição da vazão de desperdício nas bombas da Troca Iônica

Local	Equipamento	Volume Medido (ml)	Tempo medido (s)	Vazão (L/h)
Troca Iônica	Bomba do Tanque Dissolutor	400	10	144
Troca Iônica	Bomba do Filtro de Areia	150	10	54
Troca Iônica	Bomba do Filtro de Carvão	150	10	54
Troca Iônica	Bomba do Tanque de Acumulação	375	10	135

Os resultados obtidos encontram-se disponibilizados na Tabela 7, a seguir:

Tabela 7: Custo Total dos desperdícios nas bombas da Troca Iônica e Impacto no Indicador

Local	Equipamento	Desperdício mensal (L)	Custo Total Mensal (R\$)	Impacto no Indicador (L/L)
Troca Iônica	Bomba do Tanque Dissolutor	103.108	858,89	
Troca Iônica	Bomba do Filtro de Areia	38.880	323,87	
Troca Iônica	Bomba do Filtro de Carvão	38.880	323,87	0,02
Troca Iônica	Bomba do Tanque de Acumulação	97.200	809,68	
Total		278.068	2.316,31	

Observou-se que no indicador de consumo de água, reutilizando essa quantidade de água, teríamos uma redução de 0,02 litro de água por litro de bebida produzido.

Uma possibilidade que foi proposta para que não seja mais desperdiçado este volume mensal na troca iônica foi construir contenções secundárias em inox embaixo de cada equipamento. A partir destas contenções, a água seria conduzida por gravidade até uma caixa intermediária que seria construída numa área externa ao lado da troca iônica. A partir desta cisterna intermediária, esta água seria bombeada até a cisterna de água bruta, onde é armazenada toda água antes de passar pela estação de tratamento de água. É importante ressaltar que esta água que vem sendo desperdiçada é uma água boa para o consumo, sem contaminações podendo ser reutilizada no próprio processo.

3.6.5 Xaroparia

A xaroparia é o local onde é produzido o xarope final. O xarope final consiste de uma mistura de água, concentrados, sucos e xarope simples. O xarope final deve atender às especificações de qualidade especificadas pela própria empresa.

O processo de produção de xarope final consiste em preparar o tanque que armazenará o xarope, adicionar ao tanque o açúcar líquido que vem da troca iônica, separar as partes de concentrados que serão utilizados, adicionar os concentrados de bebidas nas sequências indicadas, após a adição de todos os concentrados no xarope simples, deve-se agitar bem a mistura, deve-se retirar amostra de xarope final e encaminhar para a asseguaração da qualidade para que sejam realizadas as análises de controle de qualidade.

Após verificado a qualidade do xarope final, deve-se completar o tanque com água e agitar novamente, após o término da agitação deve-se deixar o xarope final descansando por um determinado tempo.

3.6.6 Oportunidade de redução no consumo de água na xaroparia

Na xaroparia, verificou-se uma oportunidade de redução no consumo no desaerador. O desaerador é um equipamento que faz a separação do ar com a água, diminuindo a quantidade de oxigênio na água. Toda água que vai ser utilizada na produção de xarope final deve passar pelo desaerador para ser retirado o ar, este processo é denominado de desaeração.

O método usual para desaerar a água é passá-la através de um tanque ou recipiente mantido sob vácuo por meio de uma bomba. O desaerador é de funcionamento inteiramente automático, com sistemas de ajustes que permitem otimização total do processo, tem sistema de vácuo para a retirada de oxigênio, sem consumo de CO₂.

Abaixo segue figura com um exemplo de desaerador:

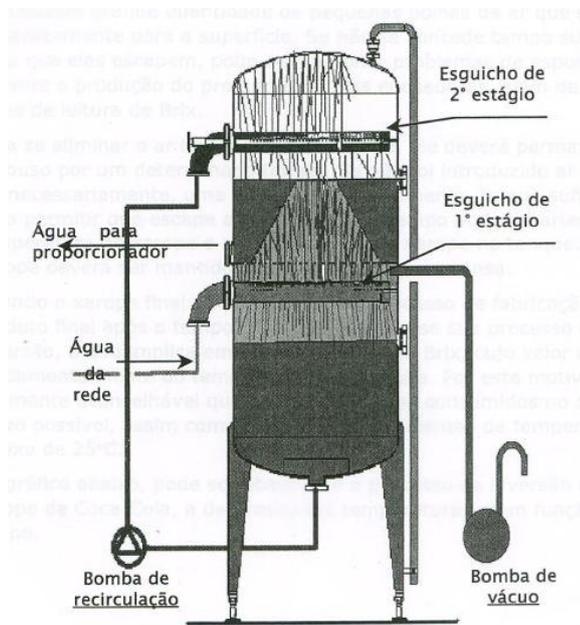


Figura 6: Desaerador

No desaerador, verificou-se um grande desperdício de água que é lançada para fora junto com o ar que é retirado. Essa água pode ser completamente reutilizada no processo pois não possui nenhum tipo de contaminante, a água é completamente pura. A partir de então, foi preciso quantificar o volume desta água que vinha sendo desperdiçada para verificar o impacto de redução que traria no consumo de água com uma possível reutilização desta água e posteriormente verificou-se a viabilidade econômica de desenvolver um projeto para o reuso.

Inicialmente mediu-se a vazão de desperdício no desaerador usando um cronômetro e um balde graduado, obtendo-se os valores dispostos na Tabela 8.

Tabela 8: Medição da vazão de desperdício de água no desaerador da xaroparia.

Local	Equipamento	Volume medido (L)	Tempo medido (s)	Vazão (L/h)
Xaroparia	Desaerador	7,6	16	1.710
Xaroparia	Desaerador	9,2	20	1.656
Xaroparia	Desaerador	11	24	1.650
Xaroparia	Desaerador	10,2	22	1.669
Xaroparia	Desaerador	10	21	1.714

A média dos valores obtidos foi de 1.679, 8 L/h.

De posse da vazão de descarte do desaerador, foi preciso saber quanto tempo este desaerador operava mensalmente para que fosse verificado o impacto do desperdício de água neste equipamento e o impacto que esta redução traria no indicador de consumo d'água.

Existem dois tipos diferentes de xaropes que são produzidos na xaroparia, o xarope com açúcar e o xarope sem açúcar. Tomando como base o mês de janeiro de 2009 para cálculo do tempo de uso do desaerador da xaroparia. Neste mês houve uma produção de 119 tanques de xarope com açúcar e 17 tanques de xarope sem açúcar, onde um tanque possui uma capacidade de armazenamento de 18.000 litros de xarope final.

Observou-se que há uma diferença de tempo de uso do desaerador para a produção de xarope com açúcar e para a produção de xarope sem açúcar. O tempo médio de utilização do desaerador para a produção de xarope com açúcar é de 19 minutos, enquanto que para produzir xarope sem açúcar, o tempo médio é de 50 minutos. Para os dois tipos de xarope final, acompanhou-se a produção de cada um, cronometrando o tempo de uso do desaerador. Mesmo assim, foi confirmado, junto aos técnicos da xaroparia o tempo médio de utilização do desaerador para a produção do xarope final.

Para a produção de xaropes no mês de janeiro (tomado como base para os cálculos), houve um tempo total de 3.111 minutos ou 51,85 horas de trabalho do desaerador. Multiplicando este tempo pela vazão, verificou-se um desperdício total de 87.097,6 litros de água no desaerador no mês de janeiro. Eliminando este ponto de desperdício seria possível uma redução no indicador de água de 0,005 litro de água por litro de bebida, em custo isso significa R\$ 725,52 mensais, incluindo custo de fornecimento de água da SANEPAR, custo do tratamento de água e custo do tratamento de efluentes.

Tabela 9: Custo total dos desperdícios no desaerador e impacto no indicar

Local	Equipamento	Desperdício Mensal (L)	Custo total mensal (R\$)	Impacto no indicador (L/L)
Xaroparia	Desaerador	87.097,60	725,52	0,005

3.6.7 Lavadora de garrafas

As garrafas retornáveis são lavadas antes de entrar no envase. O que determina a qualidade na lavagem das garrafas são: o tempo de contato, temperatura, ação química e ação mecânica. Na lavadora, as garrafas passam por quatro enxágües, sendo a água do enxágüe final lançada fora como efluente.

Pensou-se na possibilidade de reutilizar essa água do enxágüe final para a limpeza dos pisos da produção, afinal esta água suja, porém também não é uma água completamente limpa, mas para a utilização em questão, não há a necessidade de se utilizar uma água completamente potável, sendo esta água do enxágüe final da lavadora boa para a utilização em questão.

Na lavadora, no enxágüe final mais especificamente já existe uma bomba para o bombeamento de uma parte desta água, porém não vem sendo utilizada esta bomba. Para esta situação, foi pensado na possibilidade de instalar uma caixa de água no telhado que fica em cima da lavadora, a bomba que já existe no enxágüe final da lavadora bombearia esta água para a caixa de água, onde a água ficaria armazenada. Da caixa de água sairia uma tubulação que seria conectada aos seis pontos de distribuição de água nas linhas de produção, e quando fosse realizada a limpeza dos pisos, seria utilizada esta água do enxágüe final.

Calculou-se a vazão com que a bomba instalada bombeia a água do enxágüe final mediante o uso de um cronômetro e um balde graduado. Encontrou-se uma vazão de 72 L/min ou 4.320 L/h. A idéia foi de instalar uma caixa de água de polietileno com capacidade de armazenar 5 mil litros de água.

As linhas de produção são lavadas uma vez por dia, para a lavagem das linhas, utiliza-se uma máquina de alta pressão que possui uma vazão de aproximadamente 35 L/min. Geralmente demora-se cerca de uma hora e meia para lavar todas as linhas de produção, o que em consumo de água isto representa cerca de 3.150 litros por dia. Somente aos domingos as linhas de produção não são lavadas. Baseando-se nessas informações, pode-se concluir que em um mês, descontando os domingos, haveria uma redução no consumo de água de 81.900 litros de água se reutilizando água do enxágüe final da lavadora para a limpeza dos pisos da

produção. Em custo, esta redução de consumo de água representaria R\$ 682,23, no indicador de consumo de água, traria uma redução de 0,005 L/L.

Abaixo segue um quadro resumo dos custos e impactos no indicador de consumo de água que esta ação traria:

Tabela 10: Custo Total e impacto no indicador dos desperdícios na lavadora

Local	Equipamento	Desperdício mensal (L)	Custo Total mensal (R\$)	Impacto no Indicador (L/L)
Linha1	Lavadora de garrafas	81.900	682,23	0,005

3.6.8 Desperdícios diversos

Em alguns setores da indústria, constatou-se a presença de vazamentos em bombas de água por falta de manutenção. Visualmente esses vazamentos parecem não impactar muito o consumo, porém como a indústria trabalha de dia e de noite, quantificou-se esses vazamentos e verificou-se que o somatório desses vazamentos ao final do mês traz um impacto grande no consumo de água. Constatou-se vazamentos em bombas na linha 1 e linha2.

Para todos esses vazamentos, utilizou-se uma proveta graduada e um cronômetro para medir a vazão, obtendo-se os seguintes resultados:

Tabela 11: Medição da vazão de desperdícios nas bombas

Local	Equipamento	Volume Medido (L)	Tempo medido (s)	Vazão (L/h)
Linha 1	Bomba a vácuo	0,35	10	126
Linha 2	Bomba a vácuo	0,20	10	63,79
Linha 2	Bomba a vácuo	0,10	10	37,21

Tabela 12: Custo total dos desperdícios nas bombas e impacto no indicador

Local	Equipamento	Desperdício mensal (L)	Custo Total mensal (R\$)	Impacto no Indicador (L/L)
Linha1	Bomba a vácuo	90.720	755,70	
Linha 2	Bomba a vácuo	45.930	382,60	0,01
Linha 2	Bomba a vácuo	26.784	223,11	

Lembrando que o custo mensal total inclui o custo de fornecimento de água pela SANEPAR, o custo do tratamento de água e o custo do tratamento de efluentes e o indicador de consumo de água representa litros de água consumidos por litro de bebida produzido.

3.7 Análise e Discussão dos Resultados

Abaixo segue tabela com o total dos levantamentos feitos, incluindo todos os pontos potenciais de redução no consumo de água, a tabela inclui os custos que podem ser eliminados e o impacto desta redução no indicador de consumo de água.

Esta tabela visa quantificar de uma maneira geral o total que pode ser constatado como potencial de redução do consumo de água na empresa.

Tabela 13: Total de Potencial de Redução do Consumo de Água, Custo e Impacto no Indicador

Local	Equipamento	Desperdício mensal (L)	Custo total mensal (R\$)	Impacto no indicador (L/L)
ETA	Decantador	324.510	2.703,17	0,03
Troca Iônica	Bomba do Tanque Dissolutor	103.108	858,89	
Troca Iônica	Bomba do Filtro de Areia	38.880	323,87	
Troca Iônica	Bomba do Filtro de Carvão	38.880	323,87	0,02
Troca Iônica	Bomba do Tanque de Acumulação	97.200	809,68	
Xaroparia	Desaerador	87.097,60	725,52	
Linha 1	Lavadora	81.900	682,22	0,01
Linha 1	Bomba a vácuo	90.720	755,70	
Linha 2	Bomba a vácuo	45.930	382,60	0,01
Linha 2	Bomba a vácuo	26.784	223,11	
TOTAL		935.009,60	7.788,62	0,07

Analisando esta tabela, percebeu-se que existe a possibilidade de se reduzir o consumo de 935.009,60 L de água por mês na indústria. Lógico que esta redução somente é possível eliminando estes pontos de desperdícios. Reduzindo-se este volume mensal de consumo, conseqüentemente ter-se-ia uma redução dos custos mensais com água da ordem de R\$ 7.788,62 lembrando que este custo total envolve o custo de disposição de água (SANEPAR), tratamento de água e tratamento de efluentes. No indicador de consumo de água, há a possibilidade de reduzir 0,07 L/L. Em percentual representa uma redução de 3% no consumo mensal total da empresa.

Diante desses valores, percebeu-se que é de grande viabilidade a realização destas ações visando a redução do consumo de água, uma vez que os investimentos necessários para

se realizarem estas ações, podem ser recuperados com o tempo uma vez que a redução dos custos com a minimização do consumo paga-se os investimentos.

Abaixo segue um gráfico com a finalidade de tornar mais visível a priorização dos locais a serem executadas as melhorias.

Tabela 14: Dados para a construção do gráfico de pareto para os desperdícios

Local	Quantidade	Total Acumulado	Porcentagem do Total Geral	Porcentagem Acumulada
ETA	324.510	324.510	35%	35%
Troca Iônica	278.068	602.578	30%	64%
Desperdícios	163.434	766.012	17%	82%
Diversos				
Xaroparia	87.097,60	853.109,60	9%	91%
Lavadora	81.900	935.009,60	9%	100%
Total	935.009,60			

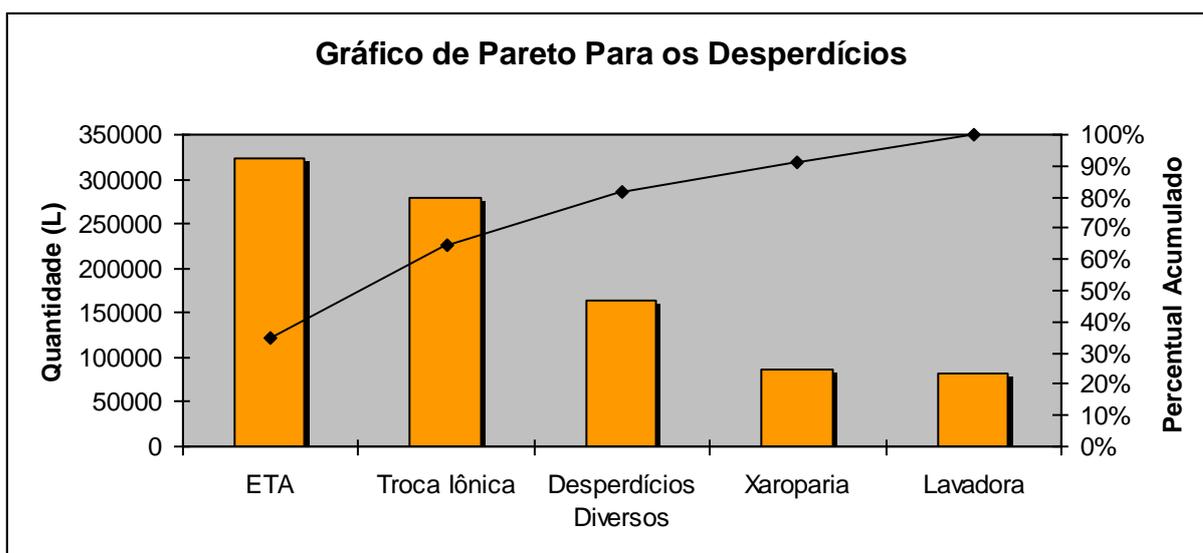


Figura 7: Gráfico de Pareto para os desperdícios

Pelo gráfico, percebeu-se que aproximadamente 65% dos desperdícios verificados concentram-se na estação de tratamento de água e na troca iônica, portanto estes locais foram definidos como prioritários na tomada das ações visando a minimização do consumo de água na indústria.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos propostos e na metodologia aplicada, pode-se concluir que a capacidade de redução do consumo de água na empresa é grande, verificou-se que existem grandes potenciais de redução através da eliminação de desperdícios e de reuso. Através das análises dos processos na indústria pode-se constatar as oportunidades de redução e foi proposto as melhorias que poderiam ser alcançadas. Percebeu-se que pequenos desperdícios que antes não se dava muita importância, ao se contabilizar a vazão mensal, estes desperdícios representam um impacto significativo no consumo de água.

Dentre todos os pontos potenciais de redução no consumo de água identificados na indústria, o que representou uma maior importância foi o da estação de tratamento de água, que indicou uma possibilidade de redução de 324.510 L por mês.

Juntando todos os levantamentos realizados, chegou-se a um valor de 935.009,60 L de água que poderia ser reduzido no consumo mensal. Em um ano isto representaria cerca de 11.220.115,20 L de água. Em custo isto representa R\$ 93.463,56 por ano, lembrando que o custo total de disponibilização de água na indústria é da ordem de 8,33 R\$/m³.

Chegou-se a conclusão de que todos os objetivos específicos propostos no começo do trabalho foram alcançados e que este tipo de trabalho pode ser desenvolvido em outras indústrias também, pois a água é utilizada em muitos processos industriais.

Portanto cabe ai às empresas prestar uma atenção maior à questão do consumo de água, pois existem uma grande possibilidade de minimizar o consumo e consequentemente reduzir o custo eliminando desperdícios.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. P.; NUNES, R.; RODRIGUES, R. P. **O Gerenciamento da Demanda de Água é o caminho para propiciar a sua preservação – Água de chuva em edificações.** In: Revista Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente – v.1, n.3, seção 2, abril 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:** informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- CANONICE, Bruhmer Cesar Forone. **Normas e Padrões para a elaboração de Trabalhos Acadêmicos.** 2. ed. Maringá: Eduem, 2007.
- GUERRA, L. D. ; RAMALHO, D. S.; SILVA, J. B.; VASCONCELOS, C. R. P. **Ecologia Política da construção da crise Ambiental global e do modelo de desenvolvimento sustentável.** In: Revista internacional de desenvolvimento local. V. 8, N. 1, Mar 2007.
- HESPANHOL, Ivanildo et al. **Manual de Conservação de Reuso de Água na Indústria.** Rio de Janeiro: DIM, 2006.
- MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na Indústria – Uso racional e Reuso.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- SAUTCHUCK, Carla Araújo et al. **Manual de conservação e reuso de água para a indústria.** São Paulo: FIESP, 2006

SUDERHSA. Recursos Hídricos. Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA. [HTTP://www.suderhsa.pr.gov.br](http://www.suderhsa.pr.gov.br) – Acessado em 12/04/2009.

UNIAGUA. Água no planeta. Universidade da Água – UNIAGUA. [HTTP://www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br) – Acessado em 16/04/2009.

WWF. Desenvolvimento Sustentável. World Wildlife Found - WWF. <http://www.wwf.org.br> – Acessado em 11/04/2009.