

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – DARCY RIBEIRO

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – LEPROD

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DA
ÁGUA NA USINA PUREZA - MUNICÍPIO DE SÃO FIDÉLIS – RJ**

Priscila Menezes Ferreira

Orientador: Prof. Alcimar das Chagas Ribeiro, D.Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES

2009

Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho
Reitor da Universidade Estadual do Norte Fluminense

Prof. Dr. André Luís Policani Freitas
Chefe do Laboratório de Engenharia de Produção

Prof. Dr. Jacqueline Cortes
Coordenadora do Laboratório de Engenharia de Produção

PRISCILA MENEZES FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DA
ÁGUA NA USINA PUREZA - MUNICÍPIO DE SÃO FIDÉLIS – RJ**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção do Laboratório de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Alcimar das Chagas Ribeiro, D.Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES

2009

PRISCILA MENEZES FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DA
ÁGUA NA USINA PUREZA - MUNICÍPIO DE SÃO FIDÉLIS – RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em ___ / ___ / 2009

Comissão Examinadora:

Prof. Alcimar das Chagas Ribeiro, D. Sc. - Orientador - Presidente de Banca
UENF – CCT – LEPROD

Prof. Rodrigo Tavares Nogueira, D.Sc.
UENF-CCT – LEPROD

Prof. Carlos Leonardo Ramos Póvoa, D. Sc.
UENF-CCT – LEPROD

AGRADECIMENTOS

A toda a minha família, em especial meus pais Rosângela e Josecil, e minha irmã Amanda, pelo apoio e amor incondicionais.

Aos amigos, que sempre me incentivaram e me dirigiram palavras de incentivo para seguir em frente.

Ao professor Alcimar, por me orientar neste trabalho.

A minha prima Telma, Valéria, Osair e Plínio, pela disposição e ajuda com os contatos e visitas à Usina Pureza.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

“Você pode fazer qualquer coisa se tiver entusiasmo. Pessoas cheias de entusiasmo são lutadoras, incansáveis, renovam suas energias para executar idéias e projetos. Entusiasmo é a base para o progresso. Com ele, existem realizações. Sem ele, existem somente desculpas.”

Henry Ford

RESUMO

A água é um dos assuntos mais comentados na atualidade, tendo em vista que é um bem cada vez mais escasso no planeta e a sua falta afeta toda a população mundial. A indústria, uma atividade bastante criticada pelos ambientalistas no que diz respeito ao consumo de água, vem procurando formas de minimizar os desperdícios e mudar seus processos para diminuir a necessidade do insumo.

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo fazer um estudo de Viabilidade Técnico-econômica da reutilização da água na Usina Pureza – Indústria e Comércio. Em muitos casos, a falta de um método efetivo, e com adequada relação custo-benefício, faz com que a água seja utilizada apenas uma vez na produção e descartada, porém as empresas estão apresentando cada vez mais alternativas para preservá-la. Além de contribuir com a preservação ambiental, o foco na racionalização da água reduz os custos de captação e tratamento da mesma. Com base nisso as empresas estão visando, cada vez mais, garantir o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais.

As estatísticas mostram que é possível reduzir os custos e desperdícios com água consideravelmente, sem muitos investimentos é possível reusar aproximadamente 60% do total de água consumida em uma empresa.

Portanto, pôde-se concluir, com este trabalho, que é possível reduzir os custos e otimizar a utilização da água em indústrias, trazendo melhorias para a mesma e, principalmente, para o meio ambiente.

RESUMO

Water is one of the subjects most talked today, given that is an wealth increasingly scarce on the planet and its absence affects the entire population. The industry, an activity widely criticized by environmentalists with regard to water consumption, is seeking ways to minimize waste and change their processes to reduce the need of the input.

This present work aims to make a study of technical and economic viability of water recycling in Usina Pureza – Indústria e Comércio. In many cases, the lack of an effective method, with appropriate cost-effective, causes water to be used only once and discarded in the production, but companies are increasingly presenting alternatives to preserve it. In addition to contributing to environmental preservation, the focus on rationalization of water reduces the cost of capturing and treating it. On this basis the companies are aiming more and more, ensure sustainable development and conservation of natural resources.

Statistics show that it is possible to reduce costs and waste of water considerably, without much investment you can reuse about 60% of the total water consumed in a company.

Therefore, this work conclude that it is possible to reduce costs and optimize water use in industries, bringing improvements to it, and especially to the environment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Objetivo	11
1.2. Justificativa	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. Água	13
2.1.1. A Importância da Água	14
2.1.2. Escassez de água	16
2.1.3. Alternativas para a escassez da água	19
2.2. Reuso	21
2.2.1. Diferentes Tipos de Reuso da Água	21
2.2.2. Benefícios Advindos do Reuso da Água	25
2.2.3. Usos da Água em uma Indústria	26
2.2.4. Qualidade da Água na Indústria	29
2.2.5. Agência Nacional das Águas (ANA)	34
2.2.6. Implementação do Projeto de Reuso de Água	35
2.2.7. Estudo de Viabilidade Econômica	37
2. METODOLOGIA	41
3. ESTUDO DE CASO	42
3.1. A Usina Pureza	42
3.2. Análise do Processo de Produção na Usina	42
3.2.1. O Processo de Produção	45
3.3. Reutilização da Água na Usina Pureza	46
3.4. Novo Modelo de Reutilização de Água na Usina Pureza	47
3.5. Análise de Viabilidade Econômica do Reuso de Água na Usina	49
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
4.1. Sugestões de melhorias	59
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

A água é o recurso mais importante para a conservação da vida na Terra. Sem água não há vida.

Ela é indispensável para o desenvolvimento de atividades, como o transporte de pessoas e mercadorias, abastecimento humano, geração de energia, irrigação, processos industriais, recreação e paisagismo. Em resumo, a água é importante fisiologicamente, economicamente e de maneira urbana para o homem.

Independente de toda sua importância, a oferta hídrica no Planeta é finita, sendo assim, o uso irrestrito e descontrolado desse recurso pode gerar conflitos graves (MENEZES). Além do problema citado de disponibilidade de água no Planeta, deve-se levar em consideração o aumento da população mundial, que aumenta o consumo dos recursos hídricos “[...] não apenas para satisfazer as suas necessidades vitais, mas também para a produção de alimentos e produtos industrializados” (MIERZWA, 2002).

Outro agravante é a qualidade da água disponível. Esta tem sido degradada, “[...] devido aos lançamentos indevidos de poluentes, tanto de cargas concentradas como difusas.” (MATSUMURA, 2007), em seu leito, tornando, muitas vezes, os recursos hídricos inapropriados para uso.

Com o aumento das atividades industriais, o homem passou a se preocupar com os efeitos das águas contaminadas com pesticidas, metais pesados, óleos, sedimentos, substâncias radioativas (MIERZWA, 2002). Pela preocupação com a própria saúde e com o meio-ambiente, buscam-se alternativas para que estas complicações não venham a afetar, ainda mais, a vida na Terra.

Com base nos fatores acima citados, faz-se importante “[...] a adoção de estratégias que visem racionalizar a utilização dos recursos hídricos e mitigar os impactos negativos relativos à geração de efluentes pelas indústrias.” (SEBRAE, 2007).

Tendo em vista que o consumo de água para fins industriais é da ordem de 14% do total de água consumido, e o de irrigação pode chegar a 80% (MIERZWA, 2002), e que a “agroindústria da cana-de-açúcar é um usuário intensivo de água, tanto na irrigação quanto na indústria.” (MENEZES), entende-se que é importante a aplicação de um modo viável de se economizar água nas indústrias sucro-alcooleiras.

Ciente das dificuldades ambientais, a Usina Pureza – Indústria e Comércio, viu a necessidade de reduzir o consumo de água e implantar sistemas de reutilização do recurso, objetivando a reciclagem do que até então era considerado como resíduo descartável (SEBRAE, 2007). Para o estudo de caso da Usina Pureza, foi feito um estudo técnico-econômico de um sistema de reutilização de água, utilizando a estrutura já existente na empresa como suporte.

1.1. Objetivo

Com foco na eficiência do processo produtivo e no desenvolvimento sustentável da empresa, o presente trabalho tem como objetivos:

- Ratificar a importância da gestão correta e economia da água.
- Comprovar a viabilidade técnico-financeira do projeto de reutilização da água em indústrias.
- Sugerir possíveis melhorias, com relação ao tema proposto, à Usina Pureza.

1.2. Justificativa

Devido à atual situação de extrema preocupação mundial com os recursos hídricos disponíveis, verificou-se a necessidade de um estudo mais profundo, em relação ao tema, na região Norte Fluminense.

Com o destaque da região na produção de cana-de-açúcar, é importante desenvolver nas Usinas, alternativas que tragam benefícios ambientais, seguindo a tendência atual, e vantagens competitivas, devido ao grande número de concorrentes regionais.

Por isso, fez-se um estudo que demonstra o reuso da água no processo de produção como uma poderosa ferramenta econômica, competitiva e que agrega valores à imagem da empresa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Água

A água é, atualmente, o bem mais precioso do mundo. Ela é classificada como Óxido de hidrogênio tendo fórmula H_2O , e é uma das substâncias mais comuns na natureza, correspondendo a setenta por cento da superfície total terrestre. A água é uma das poucas substâncias a se apresentar no estado líquido nas condições normais de temperatura e pressão, sendo incolor, inodora e insípida.

No planeta Terra ela pode ser encontrada em todos os estados, líquido, sólido e gasoso; e em toda parte, “nas nuvens, no mar, nos rios, nos lagos, em lençóis subterrâneos, no ar, nas plantas, nos animais, em nosso corpo, existindo até seres que são completamente constituídos por água, como é o exemplo da medusa” (CARDOSO, 2007).

A água tem características físicas, químicas e biológicas bem marcantes, a seguir:

- Características físicas:

A densidade da água varia com a temperatura, concentração de substâncias dissolvidas e pressão. O calor específico da água é bastante elevado, assim ela pode absorver ou liberar grandes quantidades de calor a variações de temperatura pequenas (BRAGA et al, 2002).

- Características químicas:

A água é uma substância estável, ou seja, sua composição não é afetada facilmente e, por tanto, suas moléculas tendem a manter-se unidas quando estão presentes em uma mudança química. Ela também é conhecida como o solvente universal por ser capaz de dissolver um grande número de substâncias orgânicas ou inorgânicas nos estados sólido, líquido ou gasoso (BRAGA et al, 2002).

- Características biológicas:

Se houver condições físicas e químicas apropriadas no meio aquático, surgirá uma cadeia alimentar composta por organismos produtores, consumidores de várias ordens e decompositores. Além do papel que esses organismos têm no meio aquático, eles também desempenham um importante papel como fonte de alimento para o homem.

Existem aproximadamente 265 400 trilhões de toneladas de água no planeta. Apesar de parecer muito, nem toda água é diretamente aproveitada pelo homem. A água dos oceanos, por exemplo, representa cerca de 97% do total de massa de água, no entanto, não pode ser utilizada para abastecimento humano pois as tecnologias atualmente disponíveis para dessalinização são ainda um processo bastante caro quando comparado com os processos normalmente utilizados para o tratamento de água. A água existente nas geleiras representa o inconveniente de estar localizadas em regiões muito distantes dos centros consumidores, o que implica elevados custos de transporte. (BRAGA et al, 2002).

De toda a água encontrada no planeta, 2% do volume total se encontram no estado sólido, 98% na forma líquida, sendo que destes 97% é de água salgada, e apenas 0,005% do volume total de água na Terra se encontra na forma gasosa. SCHUMACHER; HOPPE, 1998 (apud CARDOSO, 2007).

As reservas de água existentes hoje são as mesmas que há milhões de anos atrás, pois elas não aumentam de patamar. No entanto, a população global aumentou consideravelmente trazendo problemas de disponibilidade e poluição da pouca água disponível para consumo.

2.1.1. A Importância da Água

Não existe vida sem água, pois toda e qualquer forma de vida depende da mesma para sobreviver e desenvolver. Por isso, nesse trabalho será exposta a importância que a água tem para a vida e o que fazer para que esse bem não seja precocemente esgotado.

Os rios tinham real importância para o desenvolvimento das antigas sociedades. Foram nas margens dos grandes rios que as civilizações se desenvolviam. A presença da água, além de proporcionar a sobrevivência das populações, proporcionava a busca de alimentos através da pesca, plantações GIORDANI (apud CARDOSO, 2007).

Já na civilização egípcia era dada atenção particular às questões relacionadas à água. Segundo GIORDANI (apud CARDOSO, 2007) “Para evitar esses malefícios e aproveitar ao máximo os fatores favoráveis, os egípcios desenvolveram bem cedo uma admirável técnica de controle de águas do Nilo construindo represas, diques, canais e reservatórios.”

O povo romano também criou maneiras para preservar a água, segundo BORGES (apud CARDOSO, 2007):

Foram os romanos os primeiros a sentir a necessidade de armazenar água, e por isso construíram uma extensa rede de aquedutos para trazer as águas límpidas dos montes Apeninos até a cidade alternando tanques e filtros ao longo do trajeto para assegurar sua qualidade. A construção deste sistema de distribuição de água decaiu com a queda do Império romano, e durante vários séculos, as fontes de distribuição de água para fins domésticos e industriais foram as fontes e mananciais locais.

Esses fatos vêm comprovar o real valor da água, a sua importância para o crescimento e desenvolvimento da humanidade. A água também é essencial para o homem no sentido fisiológico, cerca de 60% a 70% do peso do ser humano é constituído de água, por isso é necessário manter no organismo humano uma quantidade razoável de água para o seu perfeito funcionamento. A falta de água no organismo pode fazer com que a pessoa fique desidratada podendo levar à morte, pois a água é o principal componente do sangue, e transporta os nutrientes que são levados pela corrente sanguínea a todos os tecidos do organismo (CARDOSO, 2007).

Além dos aspectos fisiológicos, a água tem importantes funções no uso urbano, funções domésticas como lavar a louça, tomar banho, cozinhar, questões relacionadas à higiene em geral; comerciais; públicas; no uso industrial, sanitário e refrigeração de processos; no uso rural, na irrigação; na recreação e lazer; na navegação fluvial; na geração de energia, entre outros.

O homem necessita da água também no aspecto econômico. Os processos realizados nas indústrias requerem água para vários fins, tais como resfriamento e condensação, uso em têxteis, frigoríficos, curtumes, celulose e papel, conservas e cervejaria, laticínios, ferro e aço, galvanotécnica, petróleo, petroquímica e detergentes, alimentícia e de bebidas. TUNDISI (apud CARDOSO, 2007).

2.1.2. Escassez de água

É de extrema importância que se racionalize o uso da água, que além de escassa é mal distribuída em todo o mundo. E para isso buscam-se alternativas para evitar o desperdício da mesma.

Apesar de o Brasil possuir 12% da água doce superficial do mundo e o maior rio em extensão e volume do Planeta, a poluição e o uso inadequado comprometem a essência e qualidade desse recurso. Além deste fator, a água é distribuída de forma irregular; no Brasil, por exemplo, 78% da água superficial está na Amazônia, onde estão as baixas concentrações populacionais, enquanto no Sudeste estão disponíveis apenas 6% do total da água e é a região onde se encontra a maior concentração populacional do país (ALMANAQUE BRASIL SOCIOAMBIENTAL, 2004).

De acordo com o Relatório sobre Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) de 2006, 1,6 bilhão de pessoas são atingidas diretamente pela escassez da água. Até 2025 esse número será de 2,7 bilhões de pessoas. Esse quadro tende a piorar, já que a população aumenta cerca de 90 milhões de habitantes por ano no mundo, crescendo, assim, a demanda de água; e há também outros fatores como a necessidade de produzir mais alimentos e a rápida industrialização dos países em desenvolvimento. MELFI (apud ROMERO).

O acelerado crescimento populacional aumenta o consumo de alimentos, que, como conseqüência, aumenta a demanda de água para irrigação das lavouras. A agricultura consome 70% da água mundial, grande parte dessa água é desperdiçada com gotejamentos e outros problemas na irrigação (BORBA e ALMEIDA, 2006).

Outro problema na agricultura é a utilização de agrotóxicos e pesticidas, que contaminam os solos, que por sua vez recebem água das chuvas, que penetram no solo contaminado, conseqüentemente, poluindo toda a malha de lençóis subterrâneos e rios próximos. (BORBA e ALMEIDA, 2006)

Segundo BROWN, 2001 (apud BORBA e ALMEIDA, 2006) “Se os governos dos países carentes de água não adotarem medidas urgentes para estabilizar a população e elevar a produtividade hídrica, a escassez de água em pouco tempo se transformará em falta de alimentos.”.

Além do problema de desperdício na área da agricultura, existe outro fator que agrava a escassez de água: a poluição dos recursos hídricos, que compromete a qualidade dos mesmos. “Assim, parte da água no Brasil já perdeu a característica de recurso natural renovável (principalmente nas áreas densamente povoadas)” e quase dobrou a proporção de água sem tratamento (de 3,9% para 7,2%) no Brasil (ALMANAQUE BRASIL SOCIOAMBIENTAL, 2004).

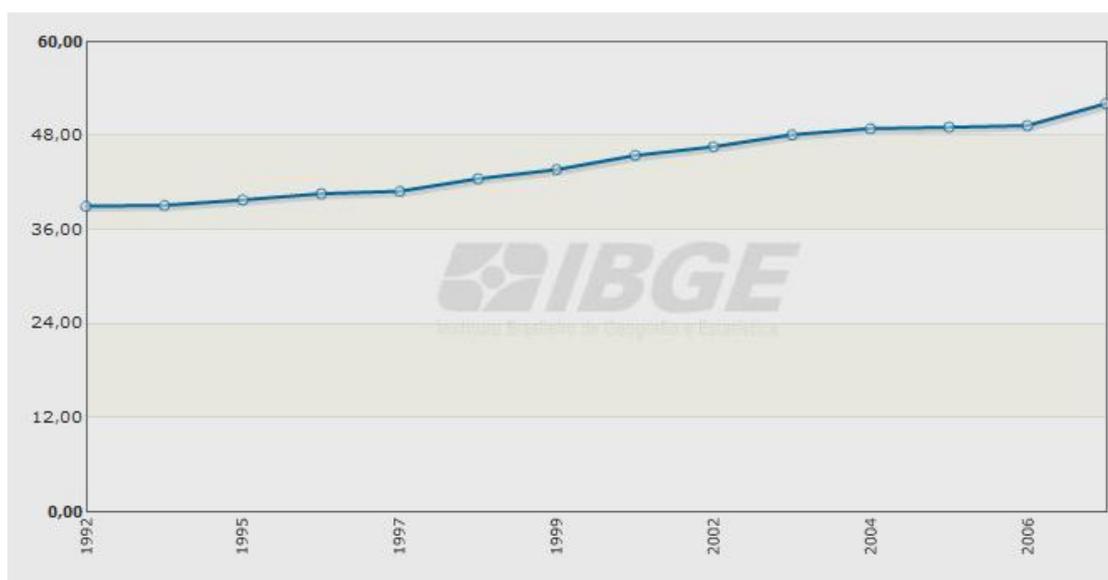
Segundo CAPOZOLI, 2000:

A disponibilidade da água tornou-se limitada pelo comprometimento de sua qualidade. A situação é alarmante: 63% dos depósitos de lixo no país estão em rios, lagos e restingas. Na região metropolitana de São Paulo, metade da água disponível está afetada pelos lixões que não tem qualquer tratamento sanitário. No Rio de Janeiro diminuiu-se a oferta de água para fins de uso doméstico e industrial devido à poluição crescente por esgoto urbano. A Região Norte, que tem a maior reserva de água doce do Brasil, é a

que mais contamina os recursos hídricos despejando agrotóxicos, mercúrio dos garimpos e lixo bruto nos rios.

Para comprometer ainda mais essa realidade, dados do IBGE mostram que dos 55.544.972 domicílios existentes no Brasil em 2007, apenas 23,31% tinham fossa séptica e 52% deles tinham rede coletora de esgoto. Apesar do aumento da porcentagem de domicílios com rede coletora de esgoto e fossa séptica, como mostram os Gráficos 1 e 2, a população do país também aumentou agravando o problema da qualidade da água.

Gráfico 1 - Domicílios servidos de rede coletora de esgoto (%)



Fonte: IBGE, 2007

Gráfico 2 - Domicílios com esgotamento sanitário - fossa séptica (%)



Fonte: IBGE, 2007

2.1.3. Alternativas para a escassez da água

De acordo com a ONU (apud BORBA e ALMEIDA, 2006), os estoques de água doce estão sendo intensamente diminuídos pelo despejo diário de 2 milhões de toneladas de poluentes (dejetos humanos, lixo, venenos e muitos outros efluentes agrícolas e industriais) nos rios e lagoas.

Isto torna a água imprópria para o consumo, por isso devem ser pensadas alternativas para que menos água seja poluída e desperdiçada, como o uso racional deste recurso, destacado em uma declaração feita pelo Secretário Geral da ONU, Koffi Annan no dia Mundial da Água (ONU, 22/03/2005):

O mundo precisa dar uma resposta melhor a este problema. Nós devemos aumentar a eficiência na utilização da água, especialmente na agricultura. Precisamos garantir que mulheres e

crianças fiquem livres do trabalho diário de obtenção de água, geralmente envolvendo grandes distâncias. Devemos envolvê-las em processos de tomada de decisão sobre a administração dos recursos da água. Precisamos fazer do saneamento básico uma prioridade. É neste aspecto que o progresso está lento. E devemos mostrar ao mundo que os recursos hídricos não devem ser causa de conflitos. Em vez disso, eles podem ser um catalisador para a cooperação.

A reutilização da água nos processos industriais é um fator de grande ajuda na racionalização da água, além de diminuir os custos da empresa com este recurso. O professor Ivanildo Hespanhol, diretor do Centro Internacional de Referência em Reúso de Água (Cirra), disse, depois de uma pesquisa, que: "Sem grandes investimentos, é possível reusar aproximadamente 60% do total de água consumida em uma empresa" - ou seja, o custo total dessas 2.311 empresas cairia para cerca de R\$ 400 mil por dia.

Muitas empresas como a AmBev, a Coca-Cola, a Cadbury Adams e a Unilever já praticam o reúso de água na sua produção. A AmBev, em um ano, reduziu de 4,30 litros para 4,19 litros a água usada na produção de cada litro de cerveja. Além disso, ela aproveita toda a água proveniente da produção em atividades como lavagem de tanques, garrafas e limpeza em geral. A água que enxágua as garrafas é aproveitada, por exemplo, para lavar os engradados. Na pasteurização, a mesma água usada para elevar a temperatura da cerveja é usada para resfriá-la. Esse circuito fechado reduz a necessidade de captação.

Por todos os motivos apresentados, é importante a implementação de reutilização da água nos processos da usina de cana-de-açúcar a ser estudada neste trabalho.

2.2. Reuso

De acordo com Santos (2003), “O reuso é, basicamente, o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em atividades humanas, para suprir a outras necessidades, inclusive a original.”

De forma muito eficiente, a natureza recicla e reutiliza a água há milhões de anos, através do ciclo hidrológico, portanto o reuso de água não é um conceito novo na história do planeta. Durante muitos anos este sistema funcionou de forma amplamente satisfatória, o que, contudo, não acontece mais em muitas regiões, devido ao agravamento das condições de poluição.

Atualmente, existe a urgente necessidade de se reduzir a poluição dos rios e lagos. Como as exigências ambientais foram se tornando cada vez mais restritivas, os planejadores concluíram que se torna mais vantajoso reutilizar os efluentes ao invés de lançá-los de volta aos rios (SEBRAE, 2007).

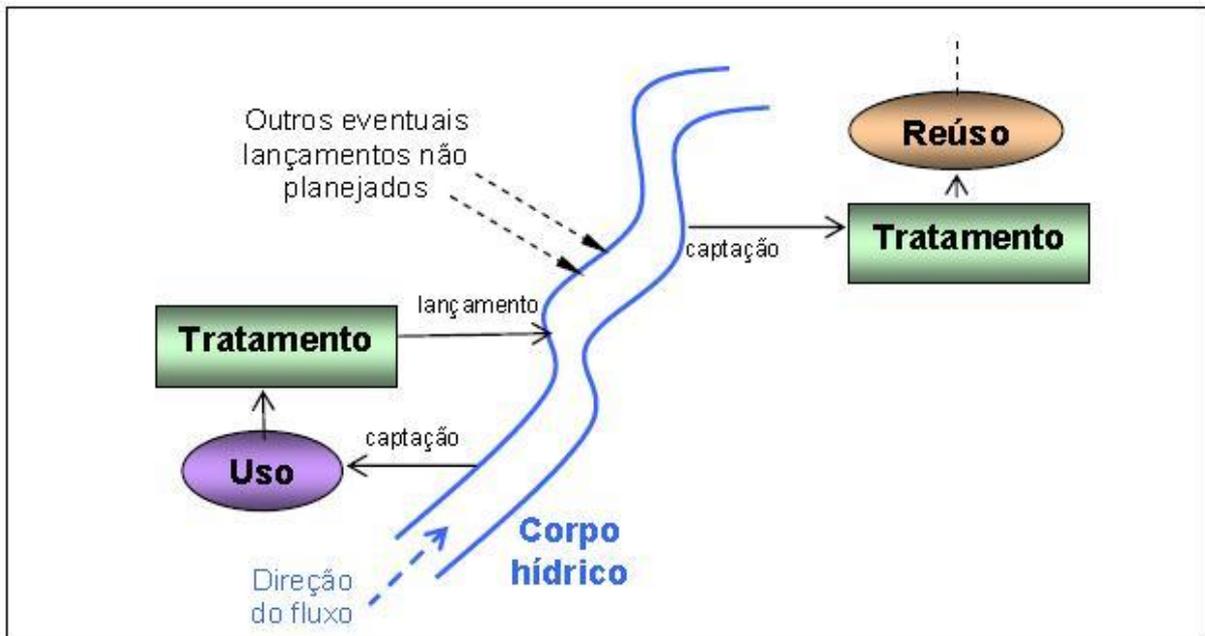
É preciso ter em mente que, qualquer tipo de reuso aplicado em uma empresa deve ser realizado após estudos e avaliações do uso da água na mesma. Antes do sistema de reutilização de água, “[...] é preciso implantar medidas para a otimização do consumo e redução de perdas e desperdícios, além de programas de conscientização e treinamento.” (SEBRAE, 2007).

2.2.1. Diferentes Tipos de Reuso da Água

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), citado por Santos (2003), existem três tipos de reusos:

1. Reuso indireto - quando a água já usada, para uso doméstico ou industrial, é despejada em águas subterrâneas ou superficiais, e usada mais uma vez, diluída na mesma; (Ilustração 1)

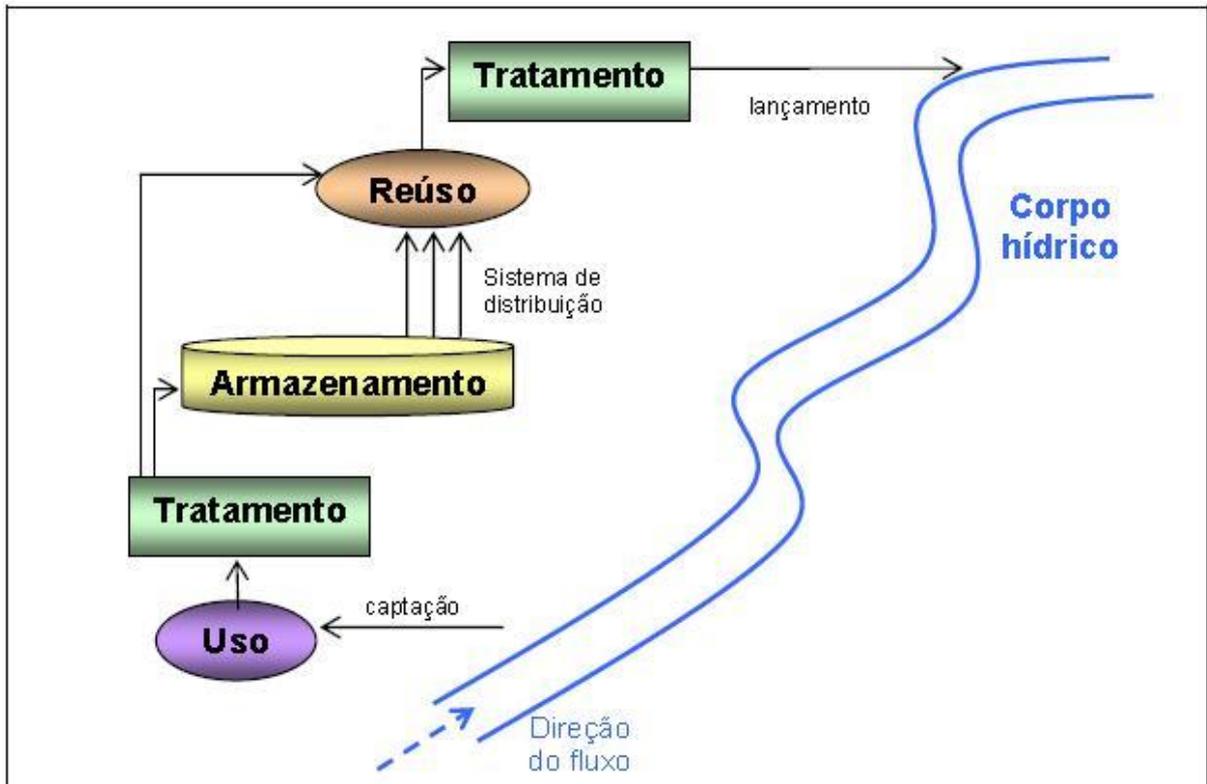
Ilustração 1 – Reuso Indireto



Fonte: RODRIGUES, 2005

2. Reuso direto - é o uso já decidido previamente de esgotos tratados para irrigação, uso industrial, recarga de aquíferos, obtenção água potável, etc.; (Ilustração 2)

Ilustração 2 – Reuso direto



Fonte: RODRIGUES, 2005

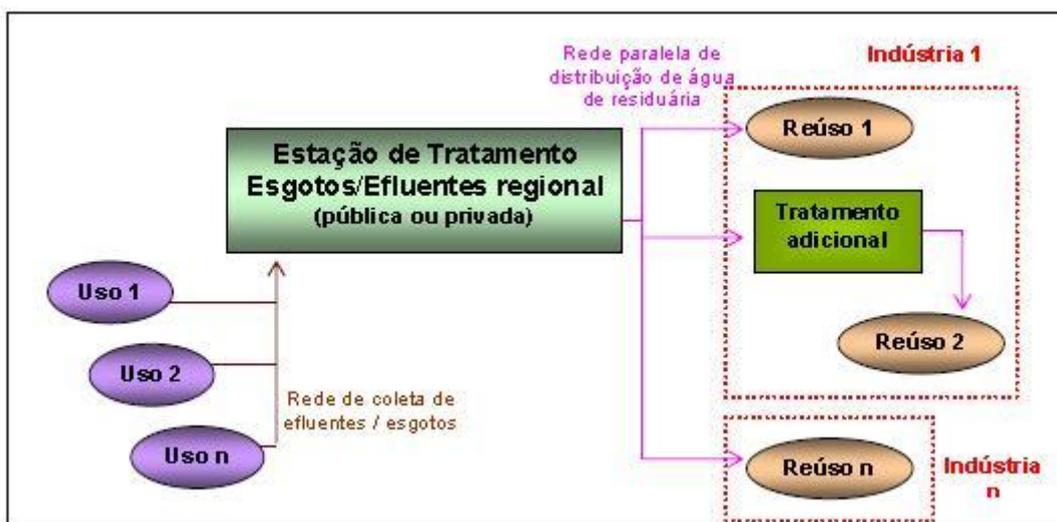
3. Reciclagem interna - que é a reutilização da água dentro das instalações industriais, para economizar água e controlar a poluição.

“Além dessas definições, tem se difundido a adoção dos termos reúso potável (para beber) e reúso não potável de água.” (SANTOS, 2003).

Dentro do reuso direto existem duas divisões:

- O reuso macro externo – é a reutilização das águas derivadas dos efluentes de origem doméstica, após passarem por tratamentos, como mostrado na Ilustração 3. Por apresentar baixa toxicidade, a água proveniente das estações de tratamento de efluentes (ETE's) urbanos é bastante usada em processos industriais, tal como sistemas de refrigeração.

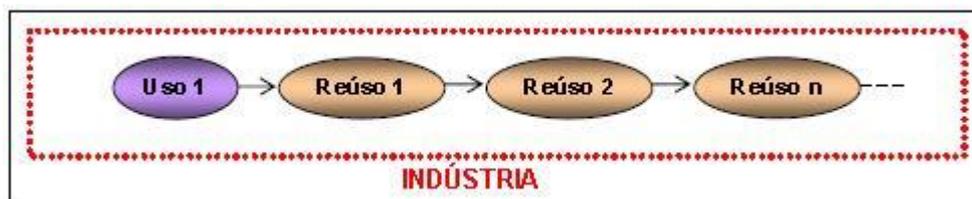
Ilustração 3 – Reuso Macro Externo



Fonte: RODRIGUES, 2005

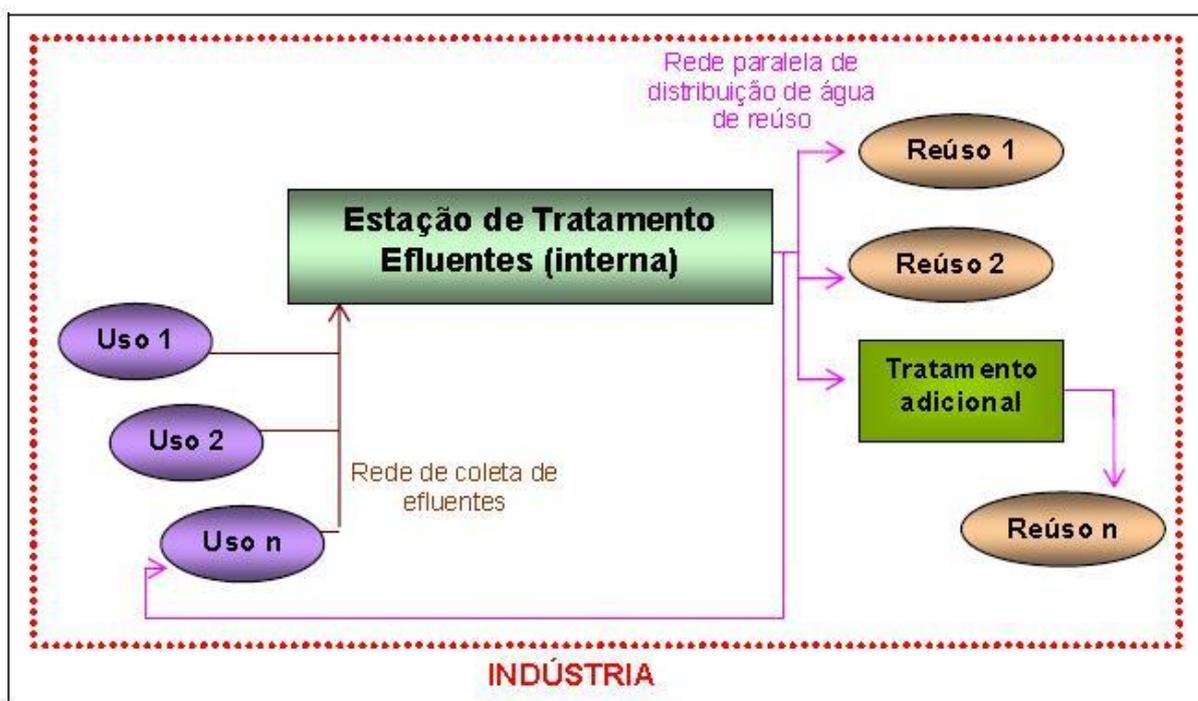
- O reuso macro interno – é o reuso dos efluentes da própria empresa. É importante saber que ele não substitui por completo a necessidade de água de uma planta industrial, “[...] pois existem limitações de ordem técnica, operacional e ambiental que restringem a utilização de sistemas de circuito fechado.” (SEBRAE, 2007). Esse tipo de reutilização pode ser implantada de duas formas distintas, através do reuso em cascata ou pelo reuso de efluentes tratados, como mostrados nas Ilustrações 4 e 5.

Ilustração 4 – Reuso Macro Interno em Cascata



Fonte: RODRIGUES, 2005

Ilustração 5 – Reuso Macro Interno pelo Reuso de Efluentes Tratados



Fonte: RODRIGUES, 2005

2.2.2. Benefícios Advindos do Reuso da Água

Segundo o SEBRAE (2007), a adoção de um sistema de reutilização de água vem acompanhado dos seguintes benefícios, dentre outros:

BENEFÍCIOS AMBIENTAIS:

- Redução do lançamento de efluentes industriais em águas superficiais, melhorando a qualidade das águas disponíveis.
- Possibilidade de uma situação ecológica mais equilibrada, devido a redução da captação de águas superficiais e subterrâneas.

- Aumento da disponibilidade de água para outros usos, como abastecimento público, hospitalar.

BENEFÍCIOS ECONÔMICOS:

- Possibilidade de uma melhor entrada dos produtos brasileiros nos mercados internacionais, pois estes estarão de acordo com os padrões e normas ambientais estabelecidas.
- Mudanças nos padrões de produção e consumo.
- Redução dos custos de produção.
- Aumento da competitividade do setor.

BENEFÍCIOS SOCIAIS:

- Aumento da oportunidade de negócios para empresas fornecedoras de serviços e equipamentos, e em toda a cadeia produtiva;
- Ampliação na geração de empregos diretos e indiretos;
- Reconhecimento de empresas socialmente responsáveis, devido a melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade.

2.2.3. Usos da Água em uma Indústria

Numa indústria, a água pode ser usada de várias formas. De acordo com o SEBRAE (2007), de forma geral, as aplicações são as seguintes:

- Para o consumo humano, que equivale à água utilizada em ambientes sanitários, vestiários, cozinhas e refeitórios, bebedouros, equipamentos de segurança.
- Como matéria-prima, aplicação em que a água é incorporada ao produto final, como o que ocorre nas indústrias de cervejas e refrigerantes, de

cosméticos, de produtos de higiene pessoal e limpeza doméstica, de alimentos e conservas e de fármacos, ou quando a água é utilizada para a obtenção de outros produtos, como o hidrogênio por meio da eletrólise da água.

- Como fluido auxiliar, a água pode ser utilizada em diversas atividades, como, por exemplo, na elaboração de reagentes químicos, veículos, ou para as operações de lavagem.
- Para geração de energia.
- Como fluido de aquecimento e/ou resfriamento, a água é utilizada como fluido de transporte de calor para remoção do calor, ou aquecimento, em dispositivos que necessitem.
- Existem também outras formas de uso da água, como para o combate à incêndio, irrigação de áreas verdes, entre outros.

O consumo (quantidade e qualidade) de água, em uma indústria, é definido pelo ramo em que ela atua e o seu porte. É preciso observar que, em uma mesma indústria, é possível serem utilizados diferentes níveis de qualidade de água, assim como, a capacidade de produção da mesma ditará a quantidade de água utilizada nos processos de produção.

Na Tabela 1, é possível observar a distribuição do consumo de água em diferentes atividades industriais.

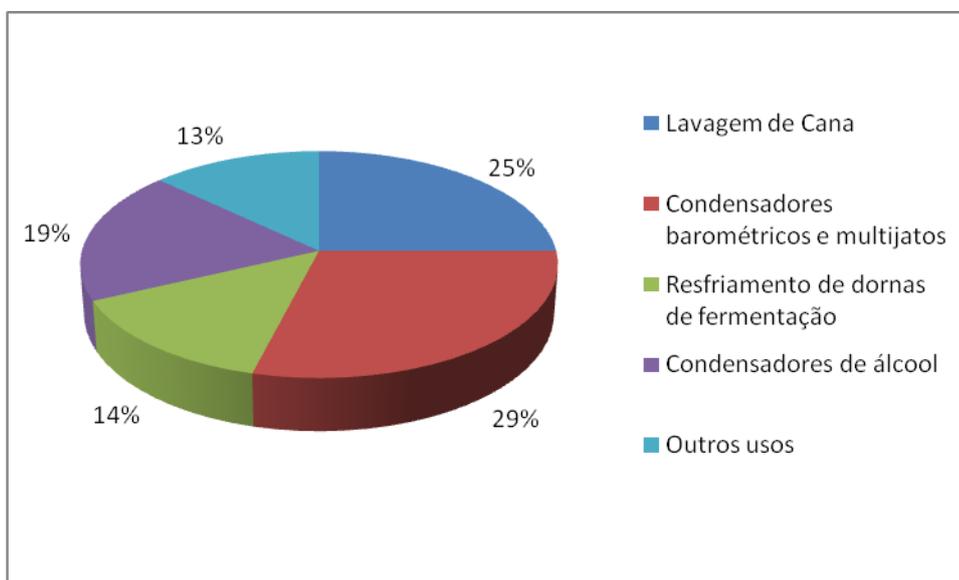
Tabela 1 - Distribuição do consumo de água na indústria por atividades

Segmento Industrial	Distribuição do Consumo de Água (%)		
	Resfriamento sem Contato	Processos e Atividades Afins	Uso Sanitário e Outros
Carne enlatada	42	46	12
Abatimento e limpeza de aves	12	77	12
Laticínios	63	27	19
Frutas e vegetais enlatados	19	67	13
Frutas e vegetais congelados	19	72	8
Moagem de milho a úmido	36	63	1
Açúcar de cana-de-açúcar	30	69	1
Açúcar de beterraba	31	67	2
Bebidas maltadas	72	13	15
Indústria têxtil	57	37	6
Serrarias	58	36	6
Fábricas de celulose e papel	18	80	1
Cloro e Álcalis	95	14	1
Gases Industriais	96	13	1
Pigmentos inorgânicos	41	58	1
Produtos químicos inorgânicos	83	16	1
Materiais plásticos e resinas	93	7	+
Borracha sintética	83	17	+
Fibras de celulose sintéticas	69	30	1
Fibras orgânicas não celulósicas	94	6	+
Tintas e pigmentos	79	17	4
Produtos químicos orgânicos	91	9	1
Fertilizantes nitrogenados	92	8	+
Fertilizantes fosfatados	71	28	1
Negro de fumo	57	38	6
Refinaria de petróleo	95	5	+
Pneus	81	16	3
Cimento	82	17	1
Aço	56	43	1
Fundição de ferro e aço	34	58	8
Cobre primário	52	46	2
Alumínio primário	72	26	2
Automóveis	28	69	3

Fonte: SEBRAE, 2007

Numa Usina de cana-de-açúcar é possível dizer que 90% da água utilizada se concentram em apenas quatro atividades: lavagem de cana, águas dos condensadores barométricos ou multijatos da fabricação do açúcar, águas de resfriamento de dornas da fermentação e águas dos condensadores de álcool (MENEZES), como é mostrado no Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1 – Atividades que mais consomem água em Usina de cana-de-açúcar



2.2.4. Qualidade da Água na Indústria

A qualidade da água pode variar bastante conforme o processo que será beneficiado. A água para consumo humano deve ser potável, ou seja, “água [...] cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004), além do ser pH entre 6,5 e 8,5 e ter concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/L (ANA, 2001).

Já a água usada na matéria-prima, como fluido auxiliar, para geração de energia e como fluido de aquecimento e/ou resfriamento pode variar

significativamente. A água pode ser utilizada da forma bruta, do mesmo jeito que é retirada da origem, como no caso de geração de energia através de usinas hidrelétricas; ou com a qualidade superior à água potável, quando usada como parte da matéria-prima (SEBRAE, 2007).

Na Tabela 2, a seguir, são mostrados os requisitos de qualidade para a água de uso industrial. Esses valores se referem à indústrias internacionais, portanto servem apenas como referência.

Tabela 2 - Requisitos de qualidade para água de uso industrial

Indústria e Processo	Parâmetros (mg/L, exceto quando especificado o valor)														
	Cor (UH)	Alcali- nidade (CaCO ₃)	Cloroto	Dureza (CaCO ₃)	Ferro	Manga- nês	Nitrato	pH (unida- des)	Sulfato	SDT	Sólidos Suspen- sos	Silica	Cálcio	Magné- sio	Bicar- bonato
Têxtil															
Engomagem	5			25	Q3	0,06		6,5 - 10,0		100	5,0				
Lavagem	5			25	Q1	0,01		3,0 - 10,5		100	5,0				
Branqueamento	5			25	Q1	0,01		2,0 - 10,5		100	5,0				
Tingimento	5			25	Q1	0,01		3,5 - 10,0		100	5,0				
Papel e Celulose															
Processo Mecânico	30		1000		Q3	0,1		6 - 10							
Processo Químico															
Não Branqueado	30		200	100	1,0	0,5		6 - 10			10	50	20	12	
Branqueado	10		200	100	Q1	0,06		6 - 10			10	50	20	12	
Produtos Químicos															
Cloro e Alcali	10	80		140	Q1	0,1		6,0 - 8,5			10		40	8	100
Carvão de alcatrão	5	50	30	180	Q1	0,1		6,5 - 8,3	200	400	5		80	14	80
Compostos orgânicos	5	125	25	170	Q1	0,1		6,5 - 8,7	75	250	5		80	12	128
Compostos inorgânicos	5	70	30	280	Q1	0,1		6,5 - 7,5	90	425	5		80	25	210
Plásticos e resinas	2	1,0	0	0	0,006	0,006	0	7,5 - 8,5	0	1,0	2,0	0,02	0	0	0,1
Borracha sintética	2	2	0	0	0,006	0,006	0	7,5 - 8,5	0	2,0	2,0	0,06	0	0	0,5
Produtos Farmacêuticos	2	2	0	0	0,006	0,006	0	7,5 - 8,5	0	2,0	2,0	0,02	0	0	0,5
Sabão e detergentes	5	50	40	130	Q1	0,1			150	300	100		30	12	80
Tintas	5	100	30	180	Q1	0,1		6,5	125	270	10		37	15	125
Madeira e resinas	200	200	500	900	Q3	0,2	5	6,5 - 8,0	100	1000	30	50	100	50	290
Fertilizantes	10	175	90	290	Q2	0,2	5	6,5 - 8,5	150	300	10	25	40	20	210
Explosivos	8	100	30	180	Q1	0,1	2	6,8	150	200	5	20	20	10	120
Petróleo			300	380	1,0			6,0 - 9,0		1000	10		75	30	
Ferro e Aço															
Laminação a quente								5 - 9							
Laminação a frio								5 - 9			10				
Diversas															
Frutas e vegetais enlatados	5	280	280	280	Q2	0,2	10	6,5 - 8,5	250	500	10	50	100		
Refrigerantes	10	85			Q3	0,06									
Curtimento de couro	5		280	180	50			6,0 - 8,0					80		
Cimento		400	280		25	0,5	0	6,5 - 8,5	250	600	500	35			

2.2.4.1. Possíveis Contaminantes

Mesmo fazendo o reuso da água na indústria, internamente, é preciso estar sempre atento à qualidade da água que circula na empresa. O resultado do não cumprimento dos requisitos de qualidade da água para cada atividade pode acarretar graves danos, tanto aos equipamentos da indústria, à saúde dos trabalhadores e ao meio-ambiente.

O maquinário da empresa pode ser corroído, desgastado e ficar seriamente danificado. O meio-ambiente também pode sofrer grandes estragos como, a contaminação dos solos e das águas, a falta de vazão ecológica (quando a água é retirada de um corpo hídrico, e entra num “ciclo” de reuso dentro de uma fábrica, a não devolução deste volume afeta a vazão ecológica das águas), e o comprometimento da flora e da fauna (RODRIGUES, 2005).

Os vários agentes contaminantes, que são passíveis de serem encontrados na água, podem até agir de forma fatal no corpo dos seres humanos. Vale ressaltar que, a presença de organismos nocivos não causa, necessariamente, complicações. Uma série de fatores como, a dose efetiva de microorganismos, as condições gerais de saúde do hospedeiro, assim como idade e sexo são fatores relevantes para a manifestação da doença (RODRIGUES, 2005).

Segue abaixo, no Quadro 1, a relação de contaminantes e doenças relacionadas ao mesmo:

Quadro 1 – Contaminantes e Doenças a Eles Associadas

COMPOSTOS QUÍMICOS	ÓRGÃOS AFETADOS OU DOENÇA CAUSADA
Inorgânicos	
Arsênico	Pele, sistema nervoso
Asbestos	Pulmão (RC)
Bário	Distúrbios gastrointestinais
Berílio	Ossos e pulmões (RC)
Cádmio	Fígado, rins, ossos, circulação
Cromo Total	Fígado, rins, circulação
Cobre	Distúrbios gastrointestinais
Cianetos	Baço, cérebro, fígado
Fluoretos	Ossos

Chumbo	Rins, sistema nervoso (RC)
Mercúrio	Rins, sistema nervoso central
Níquel	Fígado, coração, sistema nervoso
Nitratos	Metamoglobinemia
Nitritos	Metamoglobinemia
Selênio	Rins, sistema nervoso
Tálio	Fígado, rins, cérebro, intestinos
Ácidos haloacéticos(*)	RC
Clorito (*)	RC
Bromato (*)	Fígado, rins, sistema nervoso (RC)
Orgânicos Sintéticos	
Dioxinas	RC
2,4,5-TP (Silvex)	Fígado, rins
2,4-D	Fígado, rins, sistema nervoso
Acrilamida	Sistema nervoso (RC)
Alacloro	RC
Aldicarb	Sistema nervoso
Atrazina	Fígado, rins, pulmões, coração (RC)
Carbofuran	Sistema nervoso e reprodutivo
Clordano	Fígado, rins, baço (RC)
Dalapon	Fígado, rins
Dietilhexil adipato	Fígado, sistema reprodutivo
Diclorobromopropano	RC
Dietilhexil ftalato	RC
Dinoseb	Tireóide, órgãos reprodutivos
Diquat	Olhos, rins, fígado, estômago, intestino
Endotal	Fígado, rins, sistema gástrico
Endrin	Fígado, rins coração
Epiclorohidrin	RC
Heptacloro	RC
Epóxido de heptacloro	RC
Hexaclorobenzeno	RC
Hexaclorociclopentadieno	Rins, estômago
Lindano	Fígado, rins, sistema nervoso
Metoxicloro	Fígado, rins, sistema nervoso
Oxamil (Vidato)	Rins
Benzo-a-pireno	RC
Bifenilas policloradas	RC
Pentaclorofenol	RC
Picloram	Fígado, rins
Simazina	RC
Toxofeno	RC
Dibrometo de etileno	RC
Glifosato	Fígado, rins, sistema reprodutivo
Orgânicos Voláteis	
1,1,1-Tricloroetano	Sistema nervoso
1,1,2-Tricloroetano	Fígado, rins
1,1-Dicloroetileno	Fígado, rins
1,2,4-Triclorobenzeno	Fígado, rins
1,2-Dicloroetano	RC
1,2-Dicloropropano	RC
Benzeno	RC
Tetracloroeto de carbono	RC
Clorobenzeno	Fígado, sistema nervoso
Diclorometano	RC
Etilbenzeno	Fígado, rins, sistema nervoso (RC)
p-Diclorobenzeno	RC
o-Diclorobenzeno	Fígado, rins, sangue

Estireno	Fígado, sistema nervoso
Tetracloroetileno	RC
Tolueno	Fígado, rins, sistema nervoso
Tricloroetileno	RC
Vinil Cloreto	RC
Xilenos	Fígado, rins, sistema nervoso
THM (*)	Anemia hemolítica
Cloraminas (*)	Anemia hemolítica

Fonte: RODRIGUES, 2005

Segundo RODRIGUES (2005), existe também, uma relação entre o tipo de reuso e os possíveis riscos à saúde que esses podem causar. Segue a relação abaixo, no Quadro 2:

Quadro 2 – Relação Entre Tipo de Reuso e os Riscos à Saúde Associados

Forma de Reúso	Risco à Saúde
Agrícola	Contaminação de consumidores de alimentos contaminadas com organismos patogênicos e/ou substâncias químicas tóxicas; Contaminação direta dos trabalhadores; Contaminação do público por aerossóis; Contaminação de consumidores de animais que se alimentam de pastagens irrigadas, ou que sejam criados em lagoas contaminadas.
Industrial	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reúso; Se utilizada como água de processo, pode haver contaminação de produtos comestíveis; Contaminação direta dos trabalhadores.
Recreacional	Doenças de veiculação hídrica, infecção nos olhos, ouvidos e nariz; Ingestão de contaminantes químicos ou irritação dos olhos e mucosas, devido aos efluentes industriais; Contaminação direta dos trabalhadores.
Recarga de Aquífero	Contaminação de aquíferos utilizados como fonte de água potável. Contaminação direta dos trabalhadores.
Reúso Urbano Não Potável	Conexão cruzada entre sistemas de água potável e de reúso; Contado coma água recuperada utilizada para irrigação de parques e jardins ou lavagem de ruas; Contaminação direta dos trabalhadores.
Reúso Potável	Ingestão de contaminantes biológicos e químicos; Contaminação direta dos trabalhadores.

Fonte: RODRIGUES, 2005

2.2.5. Agência Nacional das Águas (ANA)

“A escassez de recursos hídricos impõe a necessidade de ações visando à conservação e ao gerenciamento adequado deste recurso.” (SEBRAE, 2007), por este motivo foi criada a Agência Nacional das Águas (ANA), um órgão federal, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, que fiscaliza e gerencia os recursos hídricos do país. A ANA é a responsável por conceder às empresas localizadas em território brasileiro o direito ao uso dos recursos hídricos em corpos de água que se encontram em domínio da União.

Sua missão é: “implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos e regular o acesso à água, promovendo o seu uso sustentável em benefício da atual e das futuras gerações.” (ANA).

A outorga de direito do uso dos recursos hídricos existe como forma de manter os direitos de acesso aos mesmos, bem como o controle da qualidade e quantidade da água usada.

A Gerência de Outorga da ANA tem como dever:

- I - examinar e emitir parecer técnico sobre pedidos de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União;
- II - realizar análise técnica dos processos de outorga, sob o ponto de vista da eficiência e da racionalidade do uso da água pelo empreendimento;
- III - emitir certificado de regularização de uso da água, a título de dispensa de outorga, para os casos em que o uso requerido for considerado insignificante;
- IV - examinar pedidos de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH e sobre eles emitir parecer técnico;
- V - examinar pedidos de Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica - CERTOH e sobre eles emitir parecer técnico;
- VI - realizar estudos e propor a fixação de padrões de eficiência em sistemas de adução de água bruta que envolvam recursos hídricos de domínio da União;
- VII - formatar e sistematizar informações complementares para apoio à análise técnica dos pedidos de outorgas; e
- VIII - especificar os requisitos e subsidiar a estruturação e a implementação dos procedimentos de outorga (ANA).

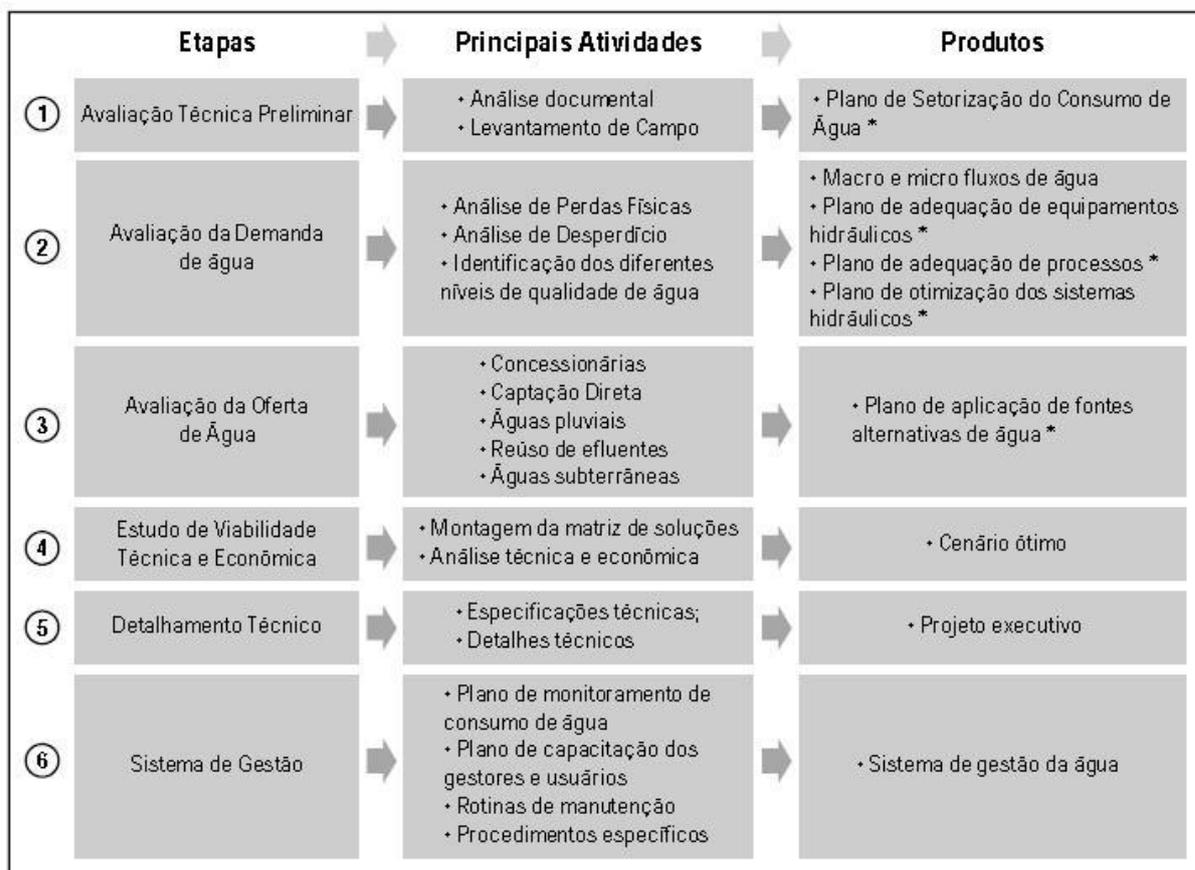
Apesar da polêmica gerada em torno da cobrança de recursos hídricos, a experiência em outros países mostra que esta cobrança tem fundamentos e objetivos positivos. No cenário internacional é possível ver as mudanças, como, a maior economia de água e a redução da poluição e de perdas, isto por conta das multas aplicadas a quem infringe a lei. Portanto, pode-se dizer que esta Lei é mais do que um “gerador de receita” do Governo, é uma tentativa de ajuda ao meio-ambiente.

O instrumento da cobrança pelo uso de recursos hídricos constitui-se num incentivador ao reúso da água. O usuário que reutiliza suas águas reduz as vazões de captação e lançamento e conseqüentemente tem sua cobrança reduzida. Assim, quanto maior for o reúso, menor será a utilização de água e menor a cobrança (SEBRAE, 2007).

2.2.6. Implementação do Projeto de Reuso de Água

Para a implementação de um Projeto de reutilização de água em indústrias é preciso ter total conhecimento do uso de água nas instalações da empresa, não só no processo produtivo. De forma resumida, o SEBRAE (2007) criou um quadro com o passo-a-passo para a implantação do Projeto (Ilustração 6):

Ilustração 6 – Passos para Implantação de Projeto de Reutilização de Água



Fonte: SEBRAE, 2007

Apesar de todos os detalhes, é preciso ter em mente que podem existir dificuldades na implantação do Projeto (Quadro 3). A maioria delas está ligada a falta de conhecimento sobre os principais elementos que têm influência no Projeto.

Quadro 3 – Dificuldades do Projeto

Dificuldades	Técnicas	De Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de subsídios necessários para avaliação dos potenciais de atuação, como falta de domínio do uso presente da água e efluentes gerados (demanda e oferta): quantidade e qualidade; - falta de equipe capacitada para manutenção do Programa, entre outros.
		De Autonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de autonomia das filiais perante suas matrizes, impossibilitando alterações no processo produtivo, entre outros.
	Operacionais	No Processo de Produção	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema produtivo inadequado ao Programa de Conservação; - Resistência em mudanças de procedimentos operacionais. - Falta de conscientização de funcionários em relação ao desperdício
	Econômicas	Na Aquisição de Equipamentos Na Implantação e Gestão do Programa	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de recursos para substituição de equipamentos obsoletos. - Necessidade de recursos para viabilizar a avaliação e implantação do Programa de Conservação e Reuso. - Necessidade de capacitação de pessoal para Gestão do Programa.

Fonte: SEBRAE, 2007

2.2.7. Estudo de Viabilidade Econômica

Um dos maiores desafios das empresas, na atualidade, é preservar os recursos ambientais, em especial o hídrico, e, em paralelo, lidar com a incessante busca pela competitividade.

O reuso da água na indústria, e a conseqüente redução de efluentes, têm como objetivos principais o melhor aproveitamento dos recursos hídricos, e a natural redução de custos atrelada a este processo. Fatores que contribuem de forma positiva para a competitividade do mundo empresarial.

Segundo o SEBRAE (2007):

Numa avaliação econômica convencional a tomada de decisão sobre a implantação, ou não, de qualquer atividade ou projeto depende, basicamente, do montante de recursos, em geral financeiros, a ser investido e do retorno que se espera obter após a implantação desta mesma atividade ou projeto. Nesta situação, a decisão depende de uma análise comparativa entre os custos e benefícios diretamente relacionados à implantação da atividade ou projeto. Por outro lado, quando as questões ambientais estão envolvidas no processo de tomada de decisão, os conceitos de custo e benefício adquirem uma outra dimensão.

A nova dimensão dada aos conceitos de custo e benefício é explicada pelo fato de existirem fatores intangíveis relacionados às questões ambientais. Apesar da dificuldade de mensuração destes fatores, eles ficam evidentes no retorno dado à empresa.

Por conta do atual engajamento mundial em gestão ambiental, prevenção da poluição e eco-eficiência, foram criadas ferramentas que têm como objetivo, incorporar estes custos e benefícios complicados de se mensurar à avaliação econômica tradicional. Assim sendo, segundo o SEBRAE (2007), deve-se considerar os seguintes custos para a obtenção de resultados mais precisos na avaliação econômica:

- Custos diretos: custos identificados em uma análise financeira convencional como, capital investido, matéria-prima, mão de obra, entre outros;
- Custos indiretos: custos que não podem ser diretamente associados aos produtos, processos, ou instalações como um todo, alocados como despesas gerais [...];
- Custos duvidosos: custos que podem, ou não, tornarem-se reais no futuro. Esses podem ser descritos qualitativamente ou quantificados em termos da expectativa de sua magnitude, frequência e duração. Como exemplo, podem-se incluir os custos originados em função do pagamento de indenizações e/ou multas resultantes de atividades que possam comprometer o meio ambiente e a saúde da população;
- Custos intangíveis: são os custos que requerem alguma interpretação subjetiva para a sua avaliação e quantificação. Esses incluem uma ampla gama de considerações estratégicas e são imaginados como alterações na rentabilidade. Os exemplos mais comuns referem-se aos custos originados em função da mudança da imagem corporativa da empresa, relação com os consumidores, moral dos empregados e relação com os órgãos de controle ambiental.

Para estudar a viabilidade econômica do projeto de reutilização de água, faz-se necessário a elaboração do fluxo de caixa num dado horizonte de tempo, com os dados relativos ao novo projeto. O fluxo de caixa é “[...] um instrumento gerencial que controla e informa todas as movimentações financeiras (entradas e saídas de valores monetários) de um dado período.” (CAMPOS, 2008). A partir disso serão calculados os valores presentes de cada período do fluxo de caixa, com a seguinte fórmula:

$$P = \frac{S_n}{(1+g)^n}$$

Fonte: WOILER, 1996.

Onde S_n é o total (positivo ou negativo) do caixa no período n , e g é a taxa de crescimento ou taxa interna de retorno.

Quando o valor atual total do fluxo é zero, a uma dada taxa g , então g é a taxa de crescimento do fluxo. A relação entre o valor presente e a taxa interna de retorno é a mostrada na Tabela 3 seguinte:

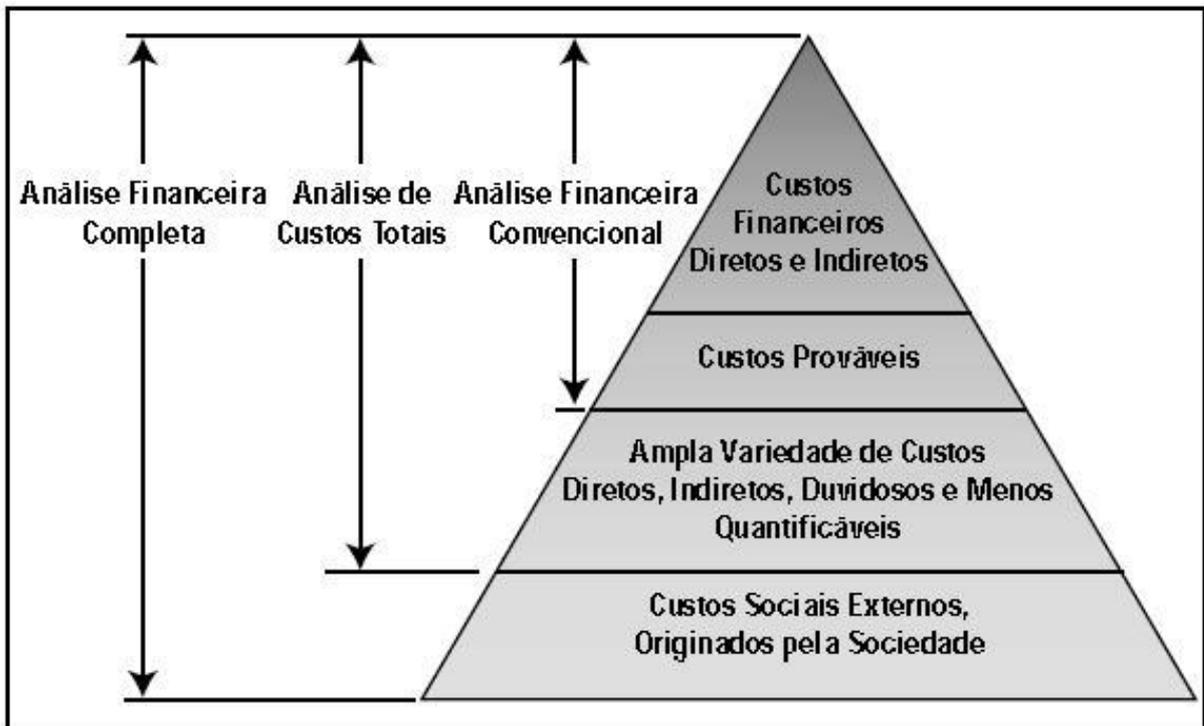
Tabela 3 – Relação Entre Valor Presente e Taxa Interna de Retorno

Valor presente	Negativo	0	Positivo
Taxa de Crescimento	Menor que g	g	Maior que g

Fonte: WOILER, 1996.

A Ilustração 7, a seguir, mostra as diferenças entre avaliações econômicas levando em conta dados fáceis de mensurar, com muitas variáveis, ou não; e avaliações que levam em conta a influência de dados “subjetivos”:

Ilustração 7 - Relação entre as ferramentas de avaliação econômica



Fonte: SEBRAE, 2007

2. METODOLOGIA

Com base nos conceitos já apresentados, a metodologia usada para o estudo de viabilidade técnico-econômica da reutilização de água na Usina Pureza envolveu pesquisa de campo, e cálculo de valor presente e taxa interna de retorno para análise da viabilidade do projeto.

Uma pesquisa de campo consiste em observar e coletar dados diretamente no local da ocorrência dos mesmos (CARMO). É a observação dos fatos da exata maneira como eles ocorrem, sem o uso de dados secundários extraídos de publicações (RODRIGUES, 2007; SALOMÃO).

Foram feitas observações na Usina e levantamento de dados da mesma. Com as informações em mãos foi feita uma avaliação do projeto já implantado com relação ao “projeto ótimo”, aquele que é previamente estudado e analisado, antes de ser implementado.

A coleta de dados é indispensável em qualquer pesquisa científica, pois, ao observar aplica-se atentamente os sentidos a um objeto, para dele absorver um conhecimento claro e preciso (Barros e Lehfeld, 2002).

Através da pesquisa de novos dados para o desenvolvimento de um “projeto ótimo”, foi feito o estudo de viabilidade do projeto, levando em consideração o fluxo de caixa para um horizonte de 6 anos, os valores presentes de cada ano e a taxa interna de retorno do projeto. Com estas informações é possível analisar a viabilidade do projeto.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. A Usina Pureza

A Usina Pureza Indústria e Comércio LTDA, foi fundada em setembro de 1885, com o nome de Engenho Central de Pureza, em Pureza, distrito de São Fidélis. Os engenhos consistiam em modernas fábricas de moagem de cana, de propriedade particular, e eram obrigados a moer cana de terceiros.

No século XIX a produção de açúcar no norte-fluminense atingiria o auge com a introdução de novas técnicas na fabricação de açúcar, além da entrada de bastante capital para o aperfeiçoamento dos primitivos engenhos que se transformariam em engenhos centrais e em usinas. Este é o momento do surgimento dos “barões do açúcar” em todo o norte fluminense, almejando a dominação política, econômica e social por parte dessa elite açucareira (PARANHOS, 2006).

A partir de 1850 houve a ascensão das máquinas a vapor no processo de fabricação do açúcar, por isso, a Usina Pureza foi originalmente toda equipada com estas máquinas, o que se mantém até os dias atuais (PARANHOS, 2006).

Entre os anos de 1998 e 1999, a Usina foi comprada por uma grande empresa do Rio de Janeiro, e a partir daí ocorreram várias mudanças na empresa. O novo gerente investiu em transformações que atualizariam a indústria, fazendo com que ela estivesse mais competitiva no mercado.

No ano de 2007, a Usina Pureza cessou a fabricação de açúcar, passando a produzir apenas etanol. Esta decisão foi tomada com base estratégica e econômica.

3.2. Análise do Processo de Produção na Usina

A Usina Pureza trabalha, atualmente, na produção de etanol. Os processos de produção da empresa são bastante rústicos devido à sua idade e à dificuldade encontrada pelos gestores de desenvolvimento, incluindo a parte de automatização e ambiental.

As Usinas de cana-de-açúcar estão tendendo, assim como as empresas de outros ramos, a se automatizar para otimizar a produção, reduzir custos, diminuir o grau de ineficiência, ineficácia e falha, dentre os outros fatores. Segundo o Engenheiro da Usina, no estado de São Paulo a grande maioria das Usinas são quase 100% automatizadas, existem poucos funcionários, e os que estão atuando são mão-de-obra qualificada, pois na maior parte trabalham na manutenção das máquinas e gestão da empresa, sendo poucos (quando não, nulos) e em algumas situações desnecessários os funcionários de chão de fábrica. Por esse motivo os empresários veem a “necessidade urgente de estabelecer programas de requalificação para cortadores de cana, abrindo caminho para que possam trabalhar nas novas funções que serão criadas no setor ou se qualificar para atuar em outros setores da economia.” (JANK, 2008).

A matéria-prima também se diferencia de lugar para lugar. Também no estado de São Paulo, a cana-de-açúcar é cultivada e se desenvolve de forma diferente. Durante o crescimento da planta, há um período em que ela para de crescer, porém continua a se desenvolver, recebendo todos os nutrientes. Isso resulta numa cana de melhor qualidade, pois terá mais sacarose e outros nutrientes, produzindo, assim, um produto final superior ao da concorrência. Além da qualidade superior, o preço pago por esta cana-de-açúcar é mais alto, já que na década de 90 foi criado o Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool de São Paulo (CONSECANA), que, segundo a União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA), elaborou:

[...] um sistema de pagamento da cana-de-açúcar pelo teor de sacarose, com critérios técnicos para avaliar a qualidade da cana-de-açúcar entregue pelos plantadores às indústrias e para determinar o preço a ser pago ao produtor rural. [...] Pelo sistema, o valor da cana-de-açúcar se baseia no chamado Açúcar Total Recuperável (ATR), que corresponde à quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas no processo industrial, e nos preços do açúcar e etanol vendidos pelas usinas nos mercados interno e externo.

Apesar do gasto maior com a cana, o custo-benefício, ainda assim, é extremamente positivo, pois o aproveitamento da matéria-prima é muito maior.

É importante para a Usina Pureza se atualizar, seguindo as tendências do mercado. No entanto, existem barreiras que são difíceis de transpor, e influenciam de forma significativa na evolução da empresa.

Com relação à automatização, esta é uma questão quase impossível de ser implantada na empresa. Em parte por ser uma Usina muito antiga, com equipamentos igualmente antigos; neste caso o emprego da eletrônica no processo de produção demandaria a substituição de todos em equipamentos da empresa. Outro fator é a localização da Usina, ela é isolada dos centros urbanos, logo a mão-de-obra disponível não é qualificada; sendo pouco provável o interesse de pessoas qualificadas, neste caso de fora da cidade, por uma oportunidade de emprego.

A questão da matéria-prima é igualmente complicada, pois as condições ambientais do distrito de Pureza não favorecem o desenvolvimento da planta, tanto quanto no Estado de São Paulo. Segundo o Senhor Plínio, Engenheiro da Usina Pureza, a cana usada na moagem tem o aproveitamento de 68%, enquanto a de São Paulo é aproveitada em média em 80%.

Pelos motivos explanados acima o gerente da Usina Pureza procurou otimizar a produção o máximo possível, respeitando as restrições apresentadas. Analisando o processo de produção foi possível aplicar, dentre outras melhorias, o reaproveitamento da água no processo produtivo.

No entanto, essa otimização foi feita sem um planejamento e estudo prévio, o que resultou num projeto mal implementado, com falhas, como a qualidade da água utilizada no processo de produção, que podem afetar seriamente o desenvolvimento da empresa.

3.2.1. O Processo de Produção

O processo de produção da Usina Pureza, atualmente, é dado da seguinte forma:

- Primeiro é feita a recepção da cana-de-açúcar.
- Os caminhões trazendo a matéria-prima passam pela balança para serem pesados.
- A cana é tombada através do hilo (equipamento que transporta a cana com um gancho e tomba na mesa alimentadora).
- A cana passa pela mesa alimentadora (que tem um ângulo de 45°) até o processo de lavagem.
- No processo de lavagem, a matéria-prima é lavada com água. Enquanto a cana lavada é conduzida para a próxima etapa, a água restante é transportada para ser reutilizada em outro processo. (APÊNDICE B) (Ilustrações 8 e 9)
- A cana-de-açúcar é transportada por esteiras para ser picada e logo após preparada para a moagem.
- No próximo passo, a cana é moída, extraíndo também o caldo. (APÊNDICE B) (Ilustração 10)
- O bagaço da cana é transportado para ser armazenado e, posteriormente, usado como fonte de energia na caldeira. (APÊNDICE B) (Ilustração 11)
- O caldo extraído é levado para um tanque, onde é peneirado e, em seguida, decantado.
- Neste estágio, o caldo entra no processo de fabricação específico de álcool. É fermentado e destilado até atingir o produto final para comercialização. (APÊNDICE B) (Ilustrações 12 e 13)

3.3. Reutilização da Água na Usina Pureza

Foram feitas análises da utilização da água na Usina para, então, analisar as possibilidades de reutilização da mesma no processo de produção da Usina.

A princípio, a água era captada do rio Paraíba do Sul através de bomba, e distribuída para cada repartição que necessitasse. Depois de usada, era descartada de volta no rio, sem nenhum tipo de tratamento de efluente. O resultado era o consumo excessivo de água e a poluição do curso d'água.

Atualmente, o percurso feito pela água captada do rio Paraíba do Sul pode ser dividido em duas vertentes. A primeira situação é quando a Usina está “parada”, ou seja, quando não há moagem de cana; e a segunda é quando ela está trabalhando, moendo cana e produzindo etanol.

Na primeira situação, a bomba retira água do rio e lança direto para a caixa d'água da Usina. A água armazenada servirá para abastecer a Usina (sanitários, torneiras, chuveiros, etc.) e a vila, onde moram alguns funcionários da empresa, enquanto esta não estiver em funcionamento. (APÊNDICE A)

No segundo caso, aquele em que a usina está trabalhando, a água captada do rio percorre dois caminhos distintos:

Uma bomba joga água no setor de destilaria da Usina, uma parte é usada no processo de condensação do caldo da cana e outra no resfriamento das caldeiras de fermentação (APÊNDICE B) (Ilustração 14). O que restar da água usada na condensação é transferida para as caldeiras da indústria (gerando vapor para colocar em funcionamento os equipamentos) (APÊNDICE B) (Ilustração 15), e os resíduos de água que foi usada no resfriamento têm três possíveis destinos: o abastecimento da Usina, a vila de operários ou o despejo no rio Paraíba do Sul. (APÊNDICE A)

Uma segunda bomba transfere a água captada para a coluna barométrica (APÊNDICE B) (Ilustração 16), esta mesma água vai para o equipamento multijato (usado no processo de produção da Usina) (APÊNDICE B) (Ilustração 19). Após este caminho, a água é usada na lavagem da cana (APÊNDICE B) (Ilustração 8),

logo após recolhida (APÊNDICE B) (Ilustração 17) e transportada, através de dutos, aos canais para irrigação. (APÊNDICE A E B) (Ilustração 18)

Através dessas mudanças, economias significativas foram observadas em relação à quantidade de água captada do rio Paraíba do Sul. Antes da implantação do reuso de água na indústria eram captados 1.200.000 litros de água por dia (em 12 horas de funcionamento), atualmente são captados apenas 500.000 litros de água por dia (em 12 horas de funcionamento), uma economia de, aproximadamente 58% de água captada; e uma economia imensurável para o meio-ambiente.

A vazão de água captada do rio é de 42m³/h, sendo que, deste volume de água, aproximadamente, 70% é retido na produção, ou evapora, resultando em 12m³/h de efluentes, valor que será usado como base para a aquisição da Estação de Tratamento de Efluentes.

Apesar da visível melhoria na utilização da água, muitas irregularidades foram encontradas. A água utilizada em toda a indústria vem direto do Rio Paraíba do Sul, e não sofre nenhum tipo de tratamento antes de ser usada, o que pode acarretar danos aos equipamentos e à saúde dos trabalhadores. Além disso, a água descartada e enviada direto para a Vila dos operários também não passa por tratamento, sendo assim eles correm alto risco de saúde, pois todas as suas atividades são feitas com a água que já passou por processos industriais e transportam vários tipos de contaminantes.

Por isso, será proposto um novo modelo de reutilização da água na Usina Pureza, utilizando a estrutura já existente para reuso da água, e acrescentando algumas novidades.

3.4. Novo Modelo de Reutilização de Água na Usina Pureza

É imprescindível, quando se fala de reuso de água, a preocupação em manter a qualidade da água utilizada no processo. Por isso, faz-se necessário a implementação de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), que irá tratar da

água na chegada, quando captada do Rio Paraíba do Sul, e depois de utilizada no processo, para então retornar aos processos de produção, fechando um ciclo.

Através de pesquisas à empresas especializadas no desenvolvimento de ETE's foram obtidas as informações necessárias para o estudo de um novo modelo de reutilização de água para a Usina.

Dentre as opções disponíveis no mercado de ETE's, o sistema que melhor se aplica à Usina Pureza é o de tratamento de efluentes industriais e sanitários. Para isso, seria utilizado o Tratamento Aeróbio dos Efluentes, segundo a ENASA Engenharia, este tipo de tratamento obtém reduções da carga poluidora superiores a 90%, atingindo em alguns casos até 99%, garantindo o reuso do efluente tratado.

Este tratamento consiste em seis fases. Primeiro o efluente passa pelo tanque de aeração, que, segundo a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), é o "processo de tratamento pelo qual a área de contato entre a água e o ar é aumentada, de modo a facilitar o intercâmbio ou troca de gases e substâncias voláteis entre a água e o ar."

Os próximos passos em que a água passa são: a desidratação de lodo, a compacta metálica, peneira rotativa mecânica, compacta em concreto e a lagoa de aeração.

Para o projeto de ETE da Usina Pureza será necessária uma área de 300m² disponível. A empresa responsável oferece os seguintes serviços:

- Definição do processo
- Projetos hidráulico-elétrico e mecânico
- Montagem do sistema
- Gerenciamento das obras.
- Fornecimento e instalação de todos os materiais e equipamentos
- Montagem hidro-eleto-mecânica
- Partida e testes

- Treinamento dos operadores e
- Monitoramento inicial do sistema.

Através deste processo de tratamento, serão eliminados todos os contaminantes de interesse, assim pode-se obter um efluente tratado com características equivalentes à água que alimenta toda a indústria. Seria necessária, então, apenas a reposição das perdas de água que acontecem no processo e a quantidade de água que é descartada com o efluente da unidade de tratamento, possibilitando o reuso de todo o efluente tratado.

3.5. Análise de Viabilidade Econômica do Reuso de Água na Usina

Através de dados pesquisados foi feito o fluxo de caixa da Usina Pureza durante os 6 anos seguintes à implementação do novo modelo de reutilização da água.

Para tal, levou-se em consideração as despesas com:

- Mão-de-obra;
- Encargos sociais;
- Energia elétrica;
- Serviços, como manutenção de equipamentos, limpeza dos prédios administrativos e salas de operação, segurança da área da estação, gastos com telefone, etc.;
- Materiais de tratamento;
- Custo de pessoal de apoio, se refere à parcela de custo de pessoal alocado em atividades de apoio desenvolvidas na Usina;

- Materiais diversos, são os materiais utilizados pela manutenção mecânica, elétrica, civil e instrumentação, bem como os relacionados à operação, laboratório, combustíveis, lubrificantes e escritório;
- Depreciação de equipamentos, equivalente à 10% do valor investido em equipamentos no projeto;
- Amortização do empréstimo feito para implementação do projeto, calculado através da seguinte fórmula:

$$R = P * FRP$$

Fonte: WOILER, 1996.

Onde P é o investimento inicial total e FRP é dado por

$$FRP = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Fonte: WOILER, 1996.

Onde i é uma taxa de juros e n é o tempo, em anos, que o empréstimo será liquidado;

- Receita.

Os valores relativos a essas despesas são os seguintes:

- Mão-de-obra;
- Encargos sociais;
- Energia elétrica;

- Serviços, como manutenção de equipamentos, limpeza dos prédios administrativos e salas de operação, segurança da área da estação, gastos com telefone, etc.;
- Materiais de tratamento;
- Custo de pessoal de apoio, se refere à parcela de custo de pessoal alocado em atividades de apoio desenvolvidas na Usina;
- Materiais diversos, são os materiais utilizados pela manutenção mecânica, elétrica, civil e instrumentação, bem como os relacionados à operação, laboratório, combustíveis, lubrificantes e escritório;

Devido à falta de dados disponíveis na Usina, foi feita pesquisa de ETE semelhante para obter o custo operacional (SAMPAIO, 1999). A tabela 4 exposta no trabalho de SAMPAIO, relativa a uma ETE que trabalha numa vazão de 14.076 m³/h, serviu como base para, de maneira proporcional, achar os valores para a Usina Pureza.

Tabela 4 – Valores da ETE

DESCRIÇÃO	CUSTO MÉDIO R\$/ MÊS
1. Pessoal	208.551
2. Encargos Sociais + Benefícios	181.119
3. Energia Elétrica	194.969
4. Serviços	110.203
4.1. Manutenção	3.532
4.2. Transporte de Lodo	48.260
4.3. Conservação de Jardins	6.793
4.4. Limpeza	5.994
4.5. Vigilância e portaria	37.845
4.6. Elevador	684
4.7. Telefone	2.002
4.8. Aluguel de máquinas xerox	196
4.9. Estagiários	3.612
4.10. Telefonia	360
4.11. Manutenção de Veículos	925
5. Materiais de Tratamento	108.871
5.1. Cloreto Férrico	52.320
5.2. Cal Micropulverizada	56.275
5.3. Hipoclorito de sódio	276
6. Água	72.674
7. Rateio de Custo de Pessoal de Apoio	59.660
8. Materiais	17.458
8.1. Manutenção	12.508
8.1.1. Mecânica	8.201
8.1.2. Elétrica	2.127
8.1.3. Civil	746
8.1.4. Instrumentação	1.434
8.2. Operação	678
8.3. Laboratório	1.301
8.4. Combustíveis e Lubrificantes	962
8.5. Outros Materiais	2.010
TOTAL	953.504

Fonte: SAMPAIO, 1999

- Depreciação de equipamentos, equivalente à 10% do valor investido em equipamentos no projeto;

O investimento inicial foi obtido através de pesquisa à empresas especializadas em desenvolvimento de ETE's. A Enasa ENGENHARIA, empresa que atua na área de proteção ao meio ambiente, em todo o país, desde de 1985 (ENASA), forneceu o orçamento para a implementação de uma ETE que atenda a Usina Pureza, com capacidade de receber a vazão de, aproximadamente, 12m³/h de

efluentes, no valor de R\$ 350.000,00 (trezentos e cinquenta mil reais), sendo, aproximadamente R\$200.000,00 (duzentos mil reais) utilizados em equipamentos.

- Amortização do empréstimo feito para implementação do projeto, calculado através da seguinte fórmula:

$$R = P * FRP$$

Fonte: WOILER, 1996.

Onde P é o investimento inicial total e FRP é dado por:

$$FRP = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Fonte: WOILER, 1996.

Onde i é uma taxa de 6% (taxa de juros cobrada pelo Fundo de Desenvolvimento de Campos – Fundecam, ao ano) e n é o tempo, em anos, que o empréstimo será liquidado. Foi considerado um horizonte de 5 anos;

- Receita.

É importante ressaltar que, todos os dados levados em consideração são somente os envolvidos no novo modelo de reutilização e a água usada na Usina.

Portanto, a receita utilizada nos cálculos foi dada pela economia feita com o processo anteriormente empregado, ou seja, quanto iria ser gasto, caso não houvesse a reutilização fechada de água na Usina. Deste modo, os valores considerados na receita total serão:

- As multas pagas ao órgão competente pelo despejo de material poluente no Rio Paraíba do Sul e no solo;

De acordo com o gerente da Usina, as multas pagas eram de R\$50.000,00 (cinquenta mil reais) cada e eram aplicadas com uma frequência de 3 por ano, num total de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais) anuais.

Assim como no caso da ETE, não existem dados, sobre a bomba d'água, disponíveis na Usina, portanto, por ser um valor impreciso, este não foi levado em conta nos cálculos feitos.

O fluxo de caixa obtido para um horizonte de 6 anos é o seguinte (Tabela 5):

Tabela 5 – Fluxo de Caixa (6 anos)

Fluxo de Caixa	
Ano 1	
Descrição	Custo Médio
Pessoal	R\$ 0
Encargos Sociais (50%)	R\$ 0
Energia Elétrica	R\$ 0
Serviços	R\$ 0
Materiais de Tratamento	R\$ 0
Rateio de Custo de Pessoal de Apoio	R\$ 0
Materiais Diversos	R\$ 0
Depreciação de Equipamentos (10%)	R\$ 0
Receita	R\$ 0
Amortização do Empréstimo	-82.351,5
TOTAL	-82.351,5

Ano 2	
Pessoal	-R\$ 3.000
Encargos Sociais (50%)	-R\$ 1.500
Energia Elétrica	-R\$ 11.600
Serviços	-R\$ 6.557
Materiais de Tratamento	-R\$ 6.478
Rateio de Custo de Pessoal de Apoio	-R\$ 1.000
Materiais Diversos	-R\$ 1.039
Depreciação de Equipamentos (10%)	-R\$ 20.000
Receita	R\$ 150.000
Amortização do Empréstimo	-82.351,5
TOTAL	R\$ 16.475

Ano 3	
Pessoal	-R\$ 3.000
Encargos Sociais (50%)	-R\$ 1.500
Energia Elétrica	-R\$ 11.600
Serviços	-R\$ 6.557
Materiais de Tratamento	-R\$ 6.478
Rateio de Custo de Pessoal de Apoio	-R\$ 1.000
Materiais Diversos	-R\$ 1.039
Depreciação de Equipamentos (10%)	-R\$ 20.000
Receita	R\$ 150.000
Amortização do Empréstimo	-82.351,5
TOTAL	R\$ 16.475

Ano 4	
Pessoal	-R\$ 3.000
Encargos Sociais (50%)	-R\$ 1.500
Energia Elétrica	-R\$ 11.600
Serviços	-R\$ 6.557
Materiais de Tratamento	-R\$ 6.478
Rateio de Custo de Pessoal de Apoio	-R\$ 1.000
Materiais Diversos	-R\$ 1.039
Depreciação de Equipamentos (10%)	-R\$ 20.000
Receita	R\$ 150.000
Amortização do Empréstimo	-82.351,5
TOTAL	R\$ 16.475

Ano 5	
Pessoal	-R\$ 3.000
Encargos Sociais (50%)	-R\$ 1.500
Energia Elétrica	-R\$ 11.600
Serviços	-R\$ 6.557
Materiais de Tratamento	-R\$ 6.478
Rateio de Custo de Pessoal de Apoio	-R\$ 1.000
Materiais Diversos	-R\$ 1.039
Depreciação de Equipamentos (10%)	-R\$ 20.000
Receita	R\$ 150.000
Amortização do Empréstimo	-82.351,5
TOTAL	R\$ 16.475

Ano 6	
Pessoal	-R\$ 3.000
Encargos Sociais (50%)	-R\$ 1.500
Energia Elétrica	-R\$ 11.600
Serviços	-R\$ 6.557
Materiais de Tratamento	-R\$ 6.478
Rateio de Custo de Pessoal de Apoio	-R\$ 1.000
Materiais Diversos	-R\$ 1.039
Depreciação de Equipamentos (10%)	-R\$ 20.000
Receita	R\$ 150.000
TOTAL	R\$ 98.826

No primeiro ano de Fluxo de Caixa não são considerados os custos operacionais, nem a receita. Isto se deve ao fato do Fluxo de Caixa ser dividido em duas fases: a primeira é referente ao Ano 1, e é a fase de construção, em que a ETE será implementada na Usina, englobando todos os passos de desenvolvimento já citados anteriormente. Na segunda fase a Estação de Tratamento de Efluentes já estará funcionando, por isso, levam-se em consideração os custos operacionais da mesma e a receita.

Com a fórmula, já citada, calcula-se o valor presente referente a cada ano em estudo (Tabela 6).

$$P = \frac{S_n}{(1+g)^n}$$

Fonte: WOILER, 1996.

Tabela 6 – Valor Presente (6 anos)

Valor Presente	
Ano 1	-R\$ 68.626,25
Ano 2	-R\$ 57.186
Ano 3	-R\$ 47.652
Ano 4	-R\$ 39.707
Ano 5	-R\$ 33.086
Ano 6	R\$ 10

Os valores presente foram calculados com uma taxa de retorno de 0,2, o que significa que a taxa de crescimento do fluxo é de 20%. Os valores presentes comprovam a viabilidade do projeto, mostram que o mesmo trará rentabilidade para a empresa, já que no Ano 6 o valor presente passa a ser positivo. Através do Valor Presente, também, foi determinada uma taxa interna de retorno igual a 20%.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo tem relevância econômica, ambiental e legal para a Usina Pureza. Além de ter, também, caráter estratégico, tendo em vista que será uma forma de destaque da empresa competitivamente. De acordo com a Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, faz-se necessário “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;”. Assim sendo, pela falta de tratamento da água utilizada na Usina no processo de produção, e para o abastecimento da Vila de operários e da empresa, assim como a água despejada de volta ao rio de origem, a implementação de uma Estação de Tratamento de Efluentes é essencial.

Economicamente falando, de acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que a empresa terá o retorno do capital investido a uma taxa de 20% ao ano, portanto o projeto é extremamente viável.

Aplicações em poupanças e na Bolsa, que são as mais normais hoje em dia, servem de parâmetro para comparação de retorno do investimento. De acordo com HARSTELN (2009), os investimentos feitos em poupança renderam, nos últimos 12 meses, 7,54%, e a taxa TJLP (Taxa e Juros de Longo Prazo) teve taxa de 6,25% ao ano, de acordo com a BOVESPA. O índice de retorno para esse projeto é bastante elevado, se comparado a esses.

Vale ressaltar que nos cálculos não foram levados em conta os benefícios não-mensuráveis deste projeto, mas que, certamente, serão notados ao longo do tempo. Haverá uma melhora significativa na imagem da empresa, tendo em vista os benefícios ambientais atrelados à reutilização de água, como o não despejo de materiais poluentes no Rio Paraíba do Sul e no canavial, demonstrando a crescente conscientização da empresa com relação à preservação ambiental e responsabilidade social.

Outro ponto a ser destacado, em relação à viabilidade do projeto, é a economia que será feita em relação aos padrões atualmente empregados na Usina. Como já foi dito, antes do emprego de reutilização de água, a Usina consumia cerca de

1.200.000 litros de água por dia, hoje em dia, são consumidos 500.000 litros de água por dia, com a reutilização em ciclo fechado, este consumo diminuiria drasticamente, o consumo de água seria mínimo, só para manutenção.

Ou seja, o valor anual gasto com recursos hídricos é de uma grandeza desnecessária, já que é possível reusar a água, em um ciclo fechado, no processo. Assim como não seria vantajoso para o ambiente ter todo esse volume de água deslocado, tendo em vista a escassez do recurso citado.

Por todos os fatores envolvidos no projeto e seus objetivos, a análise de custo-benefício se faz importante, além de critério de avaliação da viabilidade. Sendo assim, através de todos os tópicos citados anteriormente neste trabalho, é possível evidenciar o quão maior são os benefícios, mensuráveis ou não, deste projeto em relação aos custos, viabilizando, assim, o mesmo.

4.1. Sugestões de melhorias

Apesar das melhorias já comprovadas através da reutilização da água residual na Usina Pureza, é importante ressaltar que é preciso ser feito um trabalho de conscientização na empresa. Tão importante quanto o reuso é a conservação da água, o uso eficiente dos recursos hídricos constitui “uma maneira inteligente de se poder ampliar o número de usuários de um sistema de abastecimento, sem a necessidade de grandes investimentos na ampliação ou a instalação de novos sistemas de abastecimento de água.” (SEBRAE, 2007).

Deste modo, é necessário que haja uma mudança comportamental dos usuários. A empresa deve estimular novas atitudes através de um programa educacional que inclua metas de redução do uso de água, a importância da contribuição de cada funcionário para o bem comum da indústria, novos procedimentos e equipamentos, criação de um slogan para tornar a conservação de água meta na empresa e caixa de sugestão.

Segue, no APÊNDICE C, algumas propostas de equipamentos que não desperdiçam tanta água, e comparação entre os equipamentos convencionais e estes ecologicamente melhores.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUA - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS. In: MicroMacro. Disponível em: <http://www.micromacro.tv/saber_mais_agua-01.htm > Acessado em: 17 de junho de 2009.

Água doce e limpa: de "dádiva" à raridade. Almanaque Brasil SocioAmbiental, 2004.

ANA - Agência Nacional de Águas. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/lei9433.pdf>> Acessado em: 14 de novembro de 2009.

ANA - Agência Nacional de Águas. Missão da ANA. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Missao/default.asp>> Acessado em: 21/10/2009.

ANA - Agência Nacional de Águas. Gerência de Outorga. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/OutorgaFiscalizacao/Outorga/default.asp>> Acessado em: 21/10/2009.

BORBA, R. C.; ALMEIDA, S. V.. Água Doce nas Relações Internacionais - o novo Heartland do Século XXI: o aquífero Guarani. Interagir (UERJ), v. 9, p. 13-27, 2006.

BRAGA, Benedito, et al. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002. ISBN 85-87918-05-2.

BARROS, Adil J. P.; LEHFELD, Neide A. S. **Projeto de pesquisa**. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

BOVESPA. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Shared/IframeHotSiteBarraCanal.aspx?altura=600&idioma=pt-br&url=www.bmfbovespa.com.br/rendafixa/>> Acessado em 17 de novembro de 2009.

CAMPOS, Augusto. Fluxo de caixa: instrumento essencial para profissionais independentes. Florianópolis, 09/01/2008. Disponível em:

<<http://www.efetividade.net/2008/01/09/fluxo-de-caixa-instrumento-essencial-para-profissionais-independentes/>> Acessado em: 04/11/2009.

CAMPOS, José Nilson B. ADMINISTRAÇÃO E COBRANÇA DE ÁGUA BRUTA: O PASSADO E O PRESENTE. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

CAPOZOLI, Ulisses. Águas: abundância e escassez. **ComCiencia**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/aguas/aguas02.htm>> Acessado em: 17 de junho de 2009.

CAPOZOLI, Ulisses. Recursos hídricos: boas leis, prática incipiente. **ComCiencia**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/aguas/aguas03.htm>> Acessado em: 17 de junho de 2009.

CAPOZOLI, Ulisses. Escassez de água estimula conflitos em cinco regiões. **ComCiencia**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/aguas/aguas11.htm>> Acessado em: 17 de junho de 2009.

CARDOSO, Janaína da Silva. A ÁGUA COMO PATRIMÔNIO COMUM DA HUMANIDADE. **Artigo Científico**. Disponível em: <http://www.artigocientifico.com.br/uploads/artc_1148738934_84.doc> Acessado em: 17 de junho de 2009.

CARMO, Marzi do. Metodologia da Pesquisa. Disponível em: <<http://www.docstoc.com/docs/5227424/Metodologia-da-Pesquisa>> Acessado em: 04/11/2009.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/index.php?sys=137>> Acessado em: 05/11/2009.

Enasa – Engenharia e Comércio. Disponível em: <<http://www.enasa.com.br/saneamento-tratamento-agua.php>> Acessado em: 05/11/2009.

HARSTELN, Tatiana. Opções de investimento: caderneta de poupança. **Fique rico diariamente**. 12/10/2009. Disponível em:

<<http://fiquericodiariamente.com.br/2009/10/12/opcoes-de-investimento-caderneta-de-poupanca/>> Acessado em: 17 de novembro de 2009.

IBGE. Brasil, Indicadores Sociais. **IBGE.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/paisesat/main.php>> Acessado em: 7 de julho de 2009.

IBGE. Séries Estatísticas e históricas. **IBGE.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/exibedados.php?idnivel=BR&idserie=FED155> Acessado em: 7 de julho de 2009.

IBGE. Séries Estatísticas e históricas. **IBGE.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/exibedados.php?idnivel=BR&idserie=FED156> Acessado em: 7 de julho de 2009.

JANK, Marcos Sawaya; Neves, Hélio. Cana-de-açúcar, entre o velho e o novo. São Paulo, 27/08/2008. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/opiniao/show.asp?msgCode={C6381985-56EA-423C-ADEE-42EB9ED68DDA}>> Acessado em: 21/10/2009.

MACEDO, Rosayne. Reutilização da água é vantagem competitiva para a indústria. **Acha Notícias.** Rio de Janeiro, 23/03/2007. Disponível em: <http://www.achanoticias.com.br/noticia_pdf.kmf?noticia=5929715> . Acesso em: 17/08/2009.

MATSUMURA, Erika Miho. PERSPECTIVAS PARA CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS – ESTUDO DE UMA UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE FRANGOS. São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MENEZES, A. C. V.; CALLADO, N. H.; PEDROSA, V. A.; TORQUATO Jr, H.; PIMENTEL, I. M. C. Avaliação da Qualidade das Águas dos Mananciais de Abastecimento de uma Indústria Sucro-Alcooleira. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/AvaliacaoAguaUsinaCoruripe.pdf>> Acesso em: 20/10/2009.

MIERZWA, José Carlos. O USO RACIONAL E O REÚSO COMO FERRAMENTAS PARA O GERENCIAMENTO DE ÁGUAS E EFLUENTES NA INDÚSTRIA ESTUDO DE CASO DA KODAK BRASILEIRA. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518.pdf> Acessado em: 20/10/2009.

Nações Unidas no Brasil. 'Mundo precisa usar água com mais eficiência'. **Nações Unidas no Brasil.** Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br/view_news.php?id=2014> Acessado em: 7 de julho de 2009.

PARANHOS, Paulo. O Açúcar no Norte Fluminense. **Histórica – Revista on line do arquivo público de São Paulo.** São Paulo, março de 2006. Disponível em: <<http://www.historica.arquivoestado.sp.gov.br/materias/anteriores/edicao08/materia02/>> Acessado em: 20 de novembro de 2009.

RODRIGUES, Raquel dos Santos. As Dimensões Legais e Institucionais do Reúso de Água no Brasil – Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, William Costa. Metodologia Científica. Paracambi, 2007. Disponível em: <http://www.ebras.bio.br/autor/aulas/metodologia_cientifica.pdf> Acessado em: 04/11/2009.

ROMERO, Thiago. A crise da água: escassez e problemas de gestão. **Inovação Tecnológica.** Disponível em <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=a-crise-da-agua-escassez-e-problemas-de-gestao&id=010125090518>> Acessado em: 7 de julho de 2009.

Sabendo usar e reusar, não vai faltar. **H2O água**. Disponível em: <http://www.h2oagua.com.br/edicao07_industria.asp> Acessado em: 17 de junho de 2009.

SALOMÃO, Silvana T. Projeto de Pesquisa. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/silvanatsal/projeto-de-pesquisa>> Acessado em: 04/11/2009.

SAMPAIO, Américo de Oliveira; GANÇALVES, Maria Carolina. Custos Operacionais de Estações de Tratamento de Esgoto por Lodos Ativados: Estudo de Caso ETE – Barueri. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais, 1999, Rio de Janeiro.

SANTOS, D. L. dos . Potencial de Reúso de Água nas Indústrias de Manaus como instrumento para o Desenvolvimento Sustentável. Canal Ciência/IBICT, Brasília-DF, v. -, p. 01-07, 2003.

SEBRAE. Conservação e Reuso da Água – Manual de Orientação. São Paulo, 2007.

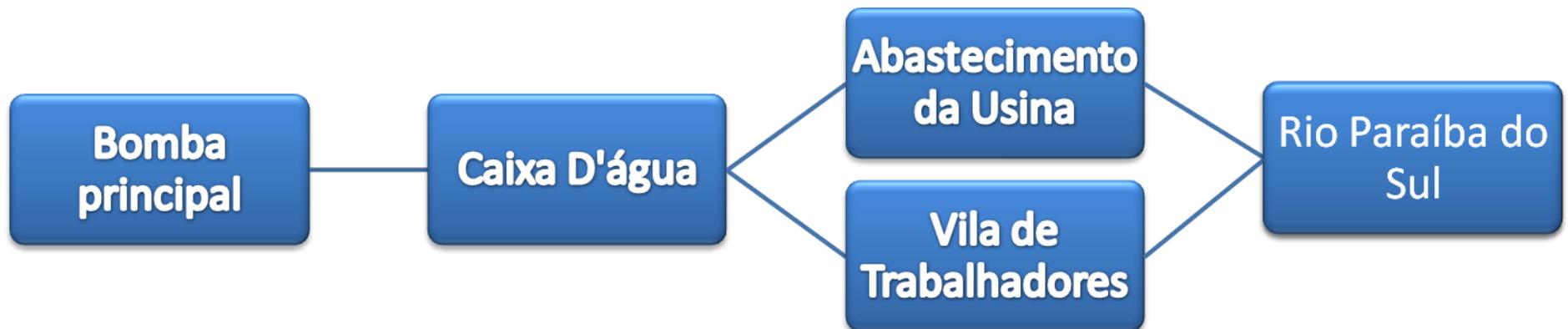
ÚNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Setor Sucroenergético – Consecana. São Paulo. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/content/show.asp?cntCode={6ED1BE65-C819-4721-B5E7-312EF1EA2555}>> Acessado em: 21/10/2009.

VIALLI, Andrea; FRASÃO, Lucas. Indústria reduz custos com reuso. **Estadão**. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,industria-reduz-custos-com-reuso,342625,0.htm>> Acessado em: 15 de maio de 2009.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. Projetos: planejamento, elaboração, análise. São Paulo: Atlas, 1996.

APÊNDICE A

ORGANOGRAMA DA USINA PUREZA "PARADA"



ORGANOGRAMA DA USINA PUREZA TRABALHANDO



APÉNDICE B

APÊNDICE 03 – FOTOS DA USINA PUREZA

Ilustração 8 – Lavagem da cana-de-açúcar



Ilustração 9 – Água residual da lavagem de cana



Ilustração 10 – Caldo Extraído da cana



Ilustração 11 – Transporte da Cana Moída

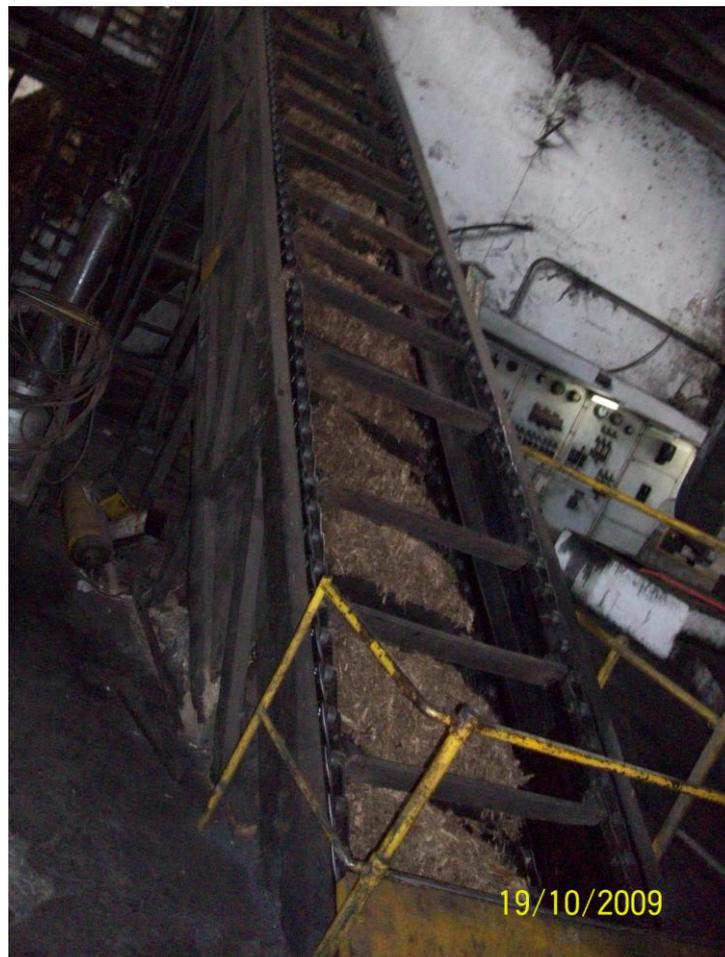


Ilustração 12 – Fermentação do Caldo da Cana



Ilustração 13 – Etanol – Produto Final



Ilustração 14 – Resfriamento de Tanque de Fermentação



Ilustração 15 – Máquinas à Vapor



Ilustração 16 – Coluna Barométrica



Ilustração 17 – Tanque onde Passa a Água que Irá para a Irrigação



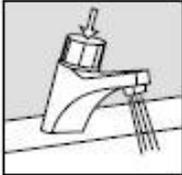
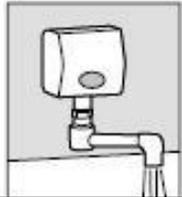
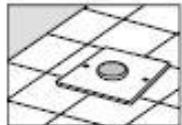
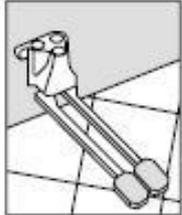
Ilustração 18 – Carro para Irrigação do Canavial



Ilustração 19 – Água Após Passar pelo Multijato



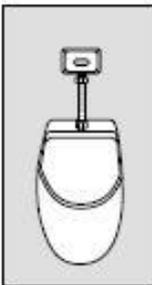
APÉNDICE C

Equipamento	Tipo	Características Principais
Torneiras	Convencional	Dispositivo de controle do fluxo de água que, quando acionado, libera uma determinada vazão, que pode ser controlada, para uma atividade fim.
	Hidromecânica 	<p>O controle da vazão é obtido pela incorporação, no equipamento, de um redutor de vazão, ou seja, os usuários não interferem na vazão.</p> <p>O tempo de acionamento do fluxo de água também determina o uso racional neste tipo de equipamento. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, além de causar um desconforto.</p> <p>Este sistema pode ser instalado em sanitários/vestiários de escolas, indústrias, shopping centers, edificações comerciais, escritórios, estádios de futebol e hospitais, entre outros.</p>
	Sensor 	<p>O comando destes equipamentos se dá pela ação de um sensor de presença. O sensor capta a presença das mãos do usuário, quando este se aproxima da torneira, liberando assim o fluxo de água. A alimentação elétrica do sistema pode-se dar pelo uso de baterias alcalinas ou pela rede de distribuição elétrica do local (127/220V). A presença do sensor no corpo da torneira é uma solução adequada quanto à questão do vandalismo. Este sistema pode ser instalado em sanitários de escolas, indústrias, shopping centers, edificações comerciais, escritórios e hospitais, entre outros.</p>
	Funcionamento por válvula de pé 	<p>Este sistema é caracterizado pela presença de um dispositivo de acionamento instalado no piso, de frente à torneira propriamente dita. Este sistema é adequado a ambientes onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em determinadas áreas de hospitais, cozinhas e laboratórios, devendo ser instalado apenas onde se espera que os usuários o usem de forma consciente e correta.</p>
	Funcionamento por pedal 	<p>Este sistema é caracterizado pela existência de um pedal em forma de alavanca. O pedal libera o fluxo de água até a torneira (bica). Este sistema é geralmente utilizado quando as tubulações são aparentes. O corpo da válvula onde a alavanca é instalada pode ser fixado na parede ou no piso, de forma aparente. O fluxo de água ocorre durante o tempo em que é feito o acionamento da mesma, mas existem modelos no mercado que apresentam uma trava para evitar que o usuário permaneça acionando o sistema, no decorrer de uma atividade de morada.</p> <p>Este sistema é adequado para locais onde haja produção, como em indústrias ou cozinhas industriais. O sistema é de simples instalação e manutenção, não demandando obras civis. No entanto, para que o sistema seja corretamente utilizado, deve haver a capacitação e orientação contínua dos usuários. A vazão pode ser reduzida colocando-se um restritor de vazão no sistema.</p>

Fonte: SEBRAE, 2007.

Equipamento	Tipo	Características Principais
Arejadores		<p>O arejador é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que reduz a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água. De forma geral, podem ser caracterizados por apresentar sucção ou não de ar quando da passagem do fluxo de água. O arejador atua de duas formas, pelo controle da dispersão do jato e pela redução da vazão de escoamento pela bica da torneira, reduzindo assim o consumo de água.</p> <p>Os arejadores são indicados para todas as torneiras, exceto as de limpeza e de tanque, nas quais o usuário necessita de uma maior vazão para reduzir o tempo de realização da atividade. Em cozinhas, recomenda-se a instalação de arejadores tipo 'chuveirinho', que facilitam ainda mais a realização das atividades nessa área. Existem no mercado componentes com dupla função: arejador e 'chuveirinho'. Geralmente, nestes componentes, a modificação da função é feita através do giro da peça, permitindo assim um jato concêntrico ou difundido, como em um chuveiro.</p>
Mictórios convencionais	Coletivos	<p>Os mictórios coletivos são aqueles que atendem a mais de um usuário simultaneamente.</p> <p>O mictório coletivo apresenta como vantagem, em relação ao mictório individual, a capacidade de atendimento de mais usuários por metro linear do sanitário, podendo atender a um grande número de usuários em curtos períodos de pico, como nos sanitários de estádios de futebol. Em geral, os mictórios coletivos são instalados em locais públicos com incidência média/alta de vandalismo, como escolas e estádios. Como principais desvantagens dos mictórios coletivos, frente aos individuais, são: a manutenção do aparelho, a pouca privacidade e a dificuldade de uso de um sistema de acionamento da descarga de água para a limpeza de forma eficiente e econômica.</p> <p>Deve-se ressaltar que por ser um sistema adaptado, não se deve esquecer a introdução de um dispositivo na saída de esgoto que garanta o fecho hidráulico do sistema, como um sifão copo ou uma caixa sifonada, garantindo o desempenho do sistema quanto à questão do odor do ambiente.</p>
	Individual	<p>Os mictórios individuais são aqueles utilizados por um único usuário por vez. Estes mictórios são, caracteristicamente, fabricados industrialmente em série, em geral em louça cerâmica. A maioria dos mictórios comercializados hoje no Brasil são deste tipo.</p>

Fonte: SEBRAE, 2007.

Equipamento	Tipo	Características Principais
Dispositivos de descarga para Mictórios convencionais	Válvula de acionamento hidromecânico 	Esta válvula é caracterizada por um corpo metálico fechado, por onde a água passa para chegar ao mictório. Para o acionamento da descarga o usuário, após utilizar o mictório, deve pressionar o êmbolo da válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Imediatamente após a liberação da pressão pelo usuário, ocorre o retorno do êmbolo pela ação da própria água e de uma mola interior ao corpo da válvula. Este tipo de equipamento pode ser utilizado, entre outros, nas seguintes tipologias de edificações: indústrias, escolas, shopping centers, hospitais, clubes, escritórios, estádios, terminais de passageiros.
	Válvula de acionamento por sensor de presença 	Neste tipo de equipamento, quando o usuário se aproxima e se posiciona de frente ao mictório, o sensor que emite continuamente um sinal imperceptível ao usuário, infravermelho ou ultra-som, detecta a sua presença. Em geral, na maioria dos equipamentos, o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário, o que garante um menor consumo de água. O sensor, associado a um microprocessador, emite um sinal até uma válvula do tipo solenóide, de funcionamento elétrico, que libera o volume de água da descarga. Neste tipo de equipamento, o tempo médio de acionamento dos produtos encontrados no mercado encontra-se em torno de 5 a 6 segundos. O sistema elétrico do equipamento pode ser alimentado por baterias alcalinas de 6 e 9 VDC, ou pelo próprio sistema predial elétrico de 127/220V. Estas características devem ser observadas quando da aquisição do equipamento e em função das características físicas do local a ser instalado. Uma das principais vantagens deste sistema frente aos demais é quanto à questão da higiene do usuário, uma vez que este não entra em contato direto com nenhum componente do sistema.
	Válvula temporizada	Este é um sistema em que os produtos são vendidos separadamente, sendo necessária a montagem dos componentes pelo instalador. A descarga deste tipo de equipamento pode ser obtida por um sistema de temporizador eletrônico. O temporizador pode ser facilmente encontrado no mercado e adaptado às instalações existentes. No temporizador eletrônico pode ser feita a regulagem do intervalo entre descargas e do tempo de duração da descarga. O temporizador envia um sinal a uma válvula solenóide elétrica que faz a liberação do fluxo de água conforme os parâmetros definidos no temporizador. Este sistema pode ser empregado em mictórios coletivos e em baterias de vários mictórios individuais.
	Válvula Manual e Fluxível	Estas válvulas consomem um maior volume de água por descarga, em relação às demais válvulas apresentadas. O volume de descarga liberado encontra-se na faixa de 3,786 litros (1gal), segundo os modelos presentes no mercado americano de baixo volume de água por descarga.

Fonte: SEBRAE, 2007.

Equipamento	Tipo	Características Principais
Mictório sem água	Individual	<p>É um sistema que não utiliza água na operação. O mictório sem água é constituído dos seguintes componentes: bacia cerâmica, suporte do cartucho, cartucho, líquido selante, chave para troca do cartucho e protetor para a superfície do cartucho - opcional.</p> <p>O líquido selante é uma substância, composta por mais de 90% de sílica grossa e o restante de biocida e corantes. Sua cor predominante é o azul e apresenta densidade menor que a de água e de urina, permanecendo em suspensão mesmo. O líquido selante se localiza em suspensão na primeira câmara do cartucho.</p> <p>A urina entra pelos orifícios da parte superior do cartucho, penetrando na primeira câmara através do líquido selante que está em suspensão e preenchendo toda a superfície superior do líquido desta câmara. Pelo sistema de vasos comunicantes, a urina é expulsa pelo orifício de saída do cartucho, sendo coletada pelo copo do suporte e de lá para a rede de esgoto. A manutenção requerida pelo sistema é a substituição periódica do cartucho, que se trata de uma peça descartável. A durabilidade do cartucho está associada à obstrução de suas cavidades por material bioquímico que se acumula em seu interior e pelo endurecimento do líquido selante.</p>
Chuveiros	Duchas para água misturada	<p>Há uma grande variedade de tipos e modelos de duchas no mercado, com as mais diversas vazões. Uma intervenção possível tanto em duchas de ambientes sanitários públicos como de residências é a introdução de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão geralmente de 10 mca a 40 mca. Existem restritores de vazão com os mais diferentes valores de vazão, por exemplo, para 6, 8, 10, 12 e 14 litros/minuto. Resulta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10 mca.</p>
	Elétricos	<p>Segundo a NBR 9626/98, "Instalação predial de água fria", a vazão recomendada em orifícios de tubulações hidráulicas para este tipo de equipamento é de 0,10 litros/segundo. Não é recomendável o uso de dispositivos redutores de vazão para os chuveiros elétricos, uma vez que podem interferir no funcionamento dos mesmos.</p>
	Dispositivos para comando de duchas para mistura de água	<p>Outra forma para redução do consumo de água no sistema de banho é o uso de dispositivos temporizados para comando de liberação do fluxo de água para duchas. O dispositivo mais encontrado nas instalações hidráulicas é o registro de pressão. A vantagem deste sistema é que o mesmo pode ser manuseado, resultando em fechamento fora de uso ou mesmo o não fechamento, em locais com incidência de vandalismo. Os dispositivos temporizados são os que apresentam funcionamento hidromecânico, os quais são fechados automaticamente após um certo tempo, característico da peça.</p>
Bacias Sanitárias	Com válvulas de descarga	<p>Atualmente, as bacias sanitárias deste tipo são encontradas no mercado com a característica de necessitar de apenas um torno de 6 litros para poder efetuar a descarga de forma eficiente.</p>
	Com caixa acoplada	<p>Apresentam funcionamento com 6 litros. Estas bacias geralmente são de fixação no piso e apresentam funcionamento sífnico.</p> <p>Existem dispositivos conhecidos como "dual-flush" que possibilitam dois tipos de acionamento de descarga de água neste tipo de bacia sanitária. O dispositivo de descarga, geralmente incorporado na caixa acoplada, contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa de 6 litros, para o arreio de fluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma mais descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de urina na bacia sanitária.</p>

Fonte: SEBRAE, 2007.

Equipamento	Tipo	Características Principais
Dispositivos para acionamento de descarga para bacias sanitárias	Válvulas de descarga embutida	Existem atualmente alguns modelos no mercado com volume fixo de 6 litros por descarga. O usuário, ao acionar o dispositivo de descarga destas válvulas, libera um fluxo de água com o volume determinado, independente do tempo de acionamento do botão. Para que seja liberado um novo fluxo, o botão deve ser novamente acionado. Outros tipos de dispositivo de descarga embutidos na parede são as válvulas com acionamento por sensor de presença. A alimentação elétrica deste sistema pode ser feita com o uso de baterias alcalinas ou por rede elétrica, 127/220V. O usuário deve permanecer por um período de tempo mínimo no raio de alcance do sensor, normalmente 5 segundos, para que o sistema se arme e após a saída do usuário do alcance é efetuada a descarga pela válvula solenóide. O volume por descarga pode ser regulado para 6 litros de água.
	Válvulas de descarga aparentes	O acionamento se dá por um dispositivo, presente no corpo da válvula, em forma de alavanca. O usuário aciona esta alavanca, resultando na descarga. Por mais que o usuário permaneça acionando a alavanca, somente o volume previamente regulado para a descarga será liberado. Para a liberação de novo volume de água, a alavanca deverá ser acionada novamente. Este sistema é indicado para locais com a existência de vandalismo, uma vez que suas partes aparentes são metálicas resistentes e praticamente invioláveis sem o uso de ferramentas adequadas. O sistema resiste inclusive a impactos.
	Caixas de descarga embutidas	Uma opção de dispositivo de descarga de 6 litros para bacias sanitárias é o uso de caixas de descarga embutidas. Estas caixas podem ficar no interior de uma parede de alvenaria, sendo mais são comumente utilizadas no interior de paredes "dry-wall". Antes da especificação deste tipo de dispositivo as dimensões da parede devem ser avaliadas uma vez que a espessura da parede pode inviabilizar a instalação.
Redutores de Vazão	Redutores de Vazão	É um redutor de pressão. Como há uma relação direta entre vazão e pressão, a redução de um resulta na redução do outro. Dessa forma, o redutor de pressão introduz uma perda de carga localizada no sistema que resulta na consequente redução de vazão. Caso uma determinada área da edificação apresente uma pressão elevada, pode ser mais conveniente a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água da área. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, em geral, de 100 a 400 kPa (10 a 40 mca).

Fonte: SEBRAE, 2007.

Tabela 7 - Bacia Sanitária (considerando 4 acionamentos diários por usuário)

					Economia (6L)		Economia (dual flush)	
	12L	9L	6L	"dual flush"	12L	9L	12L	9L
volume por descarga (L/descarga)	12	9	6	6 ou 3	6	3	6	3
uso percapita diário (L)	48	36	24	15	24	12	33	21
					50,0%	33,3%	68,8%	58,3%

Fonte: SEBRAE, 2007.

Tabela 8 - Torneira (considerando 4 usos diários por pessoa)

	tempo de acionamento =				Economia		
	18s	15s					
	Convencional	Com arejador	Hidromecânica	Sensor	Com arejador	Hidromecânica	Sensor
Vazão por acionamento (L/min)	12	6	6	6	6	6	6
Tempo de acionamento (min/pessoa dia)	2	2	1.2	1	0	0.8	1
Uso diário per capita (L)	24	12	7.2	6	12	16.8	18
					50.0%	70.0%	75.0%

Fonte: SEBRAE, 2007.

Tabela 9 - Chuveiro

	Ducha	Com redutor de vazão	Economia
		14L/min	14L/min
Vazão (L/min)	20	14	6
Tempo de acionamento (min/pessoa dia)	10	10	0
Consumo diário per capita (L)	200	140	60
			30.0%

Fonte: SEBRAE, 2007.

Tabela 10 - Mictório

	Descarga manual e fluxível	Acionamento hidromecânico	Sensor	Sem água	Economia		
					Acionamento hidromecânico	Sensor	Sem água
Volume (L/descarga)	3.8	1.8	1	0	2	2.8	3.8
					52.6%	73.7%	100.0%

Fonte: SEBRAE, 2007.