

## CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO EM INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES<sup>1</sup>

### *WATER CONSERVATION ON REFRESHMENT INDUSTRY PRODUCTION SYSTEM*

**Jaqueline dos Santos Difante<sup>2</sup> e Rodrigo Ferreira da Silva<sup>3</sup>**

#### **RESUMO**

A água representa a matéria-prima mais utilizada na produção de bebidas e é também uma necessidade básica da comunidade e do ecossistemas. Desse modo, projetos que visam à conservação desse recurso podem reduzir seu uso, minimizar os custos da indústria, garantindo a continuidade e a qualidade dos suprimentos de água. Neste trabalho, tem-se como objetivo um plano de conservação de água para as instalações industriais no sistema produtivo de uma indústria de refrigerantes. Realizou-se um estudo das práticas de serviços relacionadas à utilização da água no sistema de produção, no qual foram discutidos os principais consumos, vislumbrando as possibilidades de reciclagem interna e uso racional desse recurso. O trabalho foi desenvolvido no ano de 2007, em uma indústria de refrigerantes, localizada na Região Central do Rio grande do Sul. Foram encontrados diferentes locais na indústria onde a água pode ser reutilizada: na estação de tratamento de água, *rinsers*, *clean-in-pleace*, resfriamento de selos de bomba e bombas de vácuo. Assim, com a aplicação do plano de conservação da água, a indústria de refrigerante poderá reduzir o consumo de água em, aproximadamente, 199 m<sup>3</sup>dia<sup>-1</sup>, gerando uma economia de R\$ 141.957,36 ano<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** consumo de água, reciclagem interna, uso racional.

---

<sup>1</sup> Trabalho Final de Graduação – TFG.

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental – UNIFRA. jaquedifante@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Orientador - UNIFRA. rofesil@bol.com.br

## ABSTRACT

*Water is the most used raw material in the production of soda, but it is also a basic necessity of communities and ecosystems. In this way, projects that deal with water conservation can reduce its use, minimize production costs, warranting the continuity and quality of water supply. This work was developed with the objective to develop a water conservation plan for a soda industrial plant. A study was conducted on the practices of water usage in the production system, in which the main consume were discussed, seeking possibilities for water recycling and its rational use. The work was developed in 2007 at soda industry in the central region of Rio Grande do Sul. Different places in the industry were identified with potential for the water to be reused: water station treatments, rinsers, clean-in-place, cooling pump seal, and vacuum pumps. If the plan of water conservation presented in this work is applied at the soda industry, the reduction on water consumption can achieve 199m<sup>3</sup> per day-1, saving approximately US\$83,504.00 per year1 (R\$141.957,36 per year-1).*

**Keywords:** *water consumption, internal recycling, rational use.*

## INTRODUÇÃO

A água doce no planeta está em torno de 2,5%. Destes, 68,9% encontram-se em geleiras e coberturas permanentes de neve, 29,9% são águas subterrâneas, 0,9% inclui umidade de solo, placas de gelo flutuante, pântano, solo permanente congelado e somente 0,3% está disponível em rios e lagos (GLEICK, 1993; TUDINSI, 2003). As indústrias são responsáveis por 22% de toda água consumida. Com a diversificação das atividades humanas e o crescimento demográfico, observa-se um aumento da demanda de água, acompanhado pela queda de sua qualidade, resultando em problemas ambientais e sociais (DESPERDÍCIO DE ÁGUA, 2003; TSUTIYA, 2006). O consumo de água da indústria de bebidas não alcoólicas no mundo é de 2,54 litros/litro de bebida, no entanto, existem fábricas brasileiras em que o índice está próximo de 1,5 litro/litro produzido (COCA COLA BRASIL, 2007). Isso se deve aos investimentos dos fabricantes na reutilização interna da água e na captação pluvial (COCA-COLA BRASIL, 2004). Nesse sentido, observa-se a preocupação das indústrias de refrigerantes em preservar os recursos hídricos, resultando em redução do desperdício de água.

Diversas indústrias brasileiras estão adotando medidas que contribuem para a sustentabilidade do recurso hídrico. Em Maringá – PR, uma fábrica de refrigerantes implantou um sistema que permite o reaproveitamento da água da chuva para a produção de refrigerantes (CHUVA É USADA NO REFRIGERANTE, 2007). Outra indústria, também localizada no Paraná, adotou um programa de uso racional da água que permitiu redução de 168 mil litros no consumo diário, índice que supera o de outras fábricas brasileiras e do exterior (EMPRESAS DO PARANÁ, 2007). Em Lages – SC, uma indústria de bebidas recebeu prêmio de Meio Ambiente por gerar uma economia de 36 mil metros cúbicos de água, o suficiente para abastecer cerca de 70 mil pessoas por mês (AMBEV, 2005). Concentrar os esforços na reutilização da água em diversas etapas da linha de produção, tendo como ferramenta principal as Estações de Tratamento de Água, garante integridade absoluta do produto, continuidade de fornecimento e redução de custos de fabricação (COCA-COLA BRASIL, 2004). Portanto, esses exemplos demonstram que projetos para reduzir o desperdício de água na indústria de refrigerantes são aplicáveis e geram resultados significativos.

O sistema de produção é um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas, no qual elementos são transformados em produtos (MOREIRA, 1999). Na indústria de refrigerantes, o sistema de produção envolve basicamente as atividades de tratamento de água, xaroparia e linhas de envasamento.

A reciclagem interna é o termo utilizado para a reutilização da água internamente nas instalações industriais, tendo como objetivos a economia e o controle da poluição (REUSE OF EFFLUENTS, 1973; MANCUSO; SANTOS, 2003). O uso racional desse recurso envolve práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhor eficiência do seu uso, incluindo mudanças culturais para a conscientização das pessoas. Assim, as iniciativas de racionalização e reciclagem interna se constituem em elementos fundamentais de conservação desse recurso natural (SAUTCHÚK et al., 2004; LUZ, 2005).

Em função das condições de escassez em quantidade e/ou qualidade, a água deixou de ser um bem livre e passou a ter um valor econômico (CAMPOS; STUDART, 2003; SAUTCHÚK et al., 2004). No Brasil, a Lei n. 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, em que se estabelece a outorga e a cobrança pelo uso da água como um dos instrumentos, e a Lei n.º 9.984/2000 instituiu a Agência Nacional de Águas – ANA, que tem como objetivo implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SANTOS, 2005). De acordo com Sautchúk (2004), o usuário que reutiliza suas águas reduz as vazões de captação e lançamento.

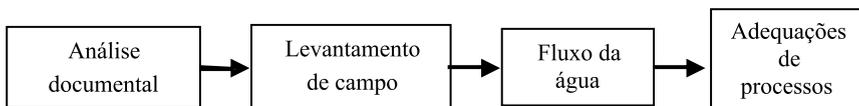
Dependendo das vazões utilizadas, o montante de recursos economizados com a redução do custo pelo tratamento de efluentes pode cobrir os custos de instalação de um sistema de reciclagem interna da água na unidade industrial.

Para reduzir o consumo dos recursos hídricos dentro de uma instalação industrial, por meio da reutilização interna da água, é necessário implantar medidas para a otimização do consumo, para a redução de perdas por desperdícios, estabelecer programas de conscientização e treinamentos (SAUTCHÚK et al., 2004). A adoção dessas práticas proporciona benefícios ambientais com a redução de lançamento de efluentes e menos captação de águas; benefícios econômicos com a redução de custos com a estação de tratamento de efluentes e menores cobranças na captação de água; e sociais, com a ampliação da oportunidade de negócios para empresas fornecedoras de serviços e equipamentos, ampliação na geração de empregos diretos e indiretos e melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade, com reconhecimento de empresas social e ambientalmente responsáveis.

Assim, buscou-se construir um plano de conservação de água para as instalações industriais do sistema produtivo de uma indústria de refrigerantes, localizada na Região Central do Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo desenvolveu-se no sistema de produção de uma indústria de refrigerantes, localizada na Região Central do Rio Grande do Sul, no ano de 2007. Utilizou-se a metodologia de conservação e reutilização de água, proposta por Sautchúk (2004), de forma adaptada, conforme demonstra a figura 1.



**Figura 1** – Metodologia de redução do desperdício de água em processo produtivo de bebidas, adaptado de Sautchúk et al. (2004).

Para o entendimento do uso da água na indústria, realizou-se uma análise dos manuais de operação, leituras de hidrômetros, planilhas de custos operacionais da estação de tratamento de água e da estação de tratamento de efluentes.

Concluída a fase de coleta de informações, fez-se o levantamento de campo, no qual pode-se aferir na prática a realidade e rotina das atividades. Foram identificados os equipamentos e as atividades que usam água, caracterizando-os

de acordo com a quantidade de água utilizada. Nesse momento, observou-se a possibilidade de reutilização interna.

Fluxogramas foram construídos para facilitar o entendimento dos fluxos de água na indústria. Desse modo, possibilitou-se a identificação das fontes de abastecimento, pontos de lançamento e perdas físicas de água.

Com os dados obtidos, pôde-se avaliar o uso da água na indústria, detectar seus desperdícios durante as atividades de produção, bem como auxiliar na identificação de oportunidades para a aplicação de iniciativas de reciclagem interna e uso racional da água. Posteriormente, foram estabelecidas as adequações necessárias para a otimização do consumo de água na indústria.

A estimativa de ganho econômico foi calculada com a seguinte fórmula:  
Ganho Econômico =  $C_a - C_b + C_c$ .

O valor de  $C_a$  representa a economia com a redução de efluente a ser tratado na indústria. O  $C_a$  foi obtido pela multiplicação do volume em metros cúbicos de água que deixará de ser descartada em um ano, pelo seu custo por metro cúbico na estação de tratamento de efluentes da indústria.

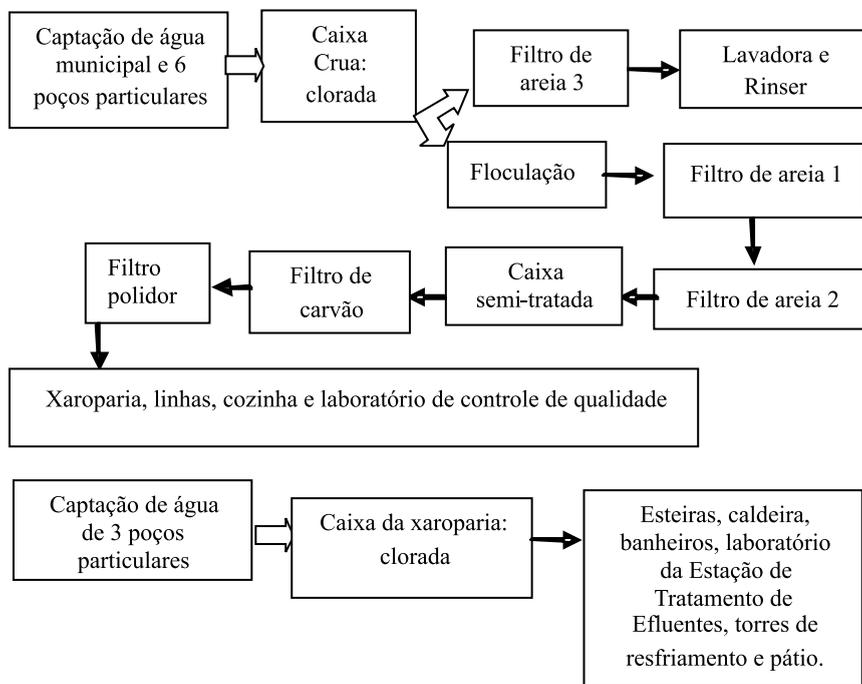
O valor  $C_b$  significa o custo que a empresa terá por reutilizar a água ao invés de mandá-la para a estação de efluentes. O  $C_b$  foi obtido pela multiplicação do volume em metros cúbicos de água que passará em um ano pela estação de tratamento de água, pelo custo do tratamento em metros cúbicos por múltiplas barreiras.

O valor  $C_c$  implica no custo que a indústria não terá, por evitar o uso de água tratada no pré-enxágue de um tanque na sala da xaroparia. O  $C_c$  foi calculado pela multiplicação do volume em metros cúbicos de água tratada que deixará de ser usada em um ano, pelo custo em metros cúbicos na estação de tratamento de água por múltiplas barreiras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise documental revelou que a fabricação de bebidas na indústria de refrigerante da Região Central do Rio Grande do Sul exige elevado consumo de água, em função dos processos de higienização e água incorporada aos produtos, apresentando um consumo médio de 2,10 litros/litro produzido. Esse valor está abaixo da média mundial, que é de 2,54 litros/litro produzido. Contudo, existem fábricas brasileiras que consomem 1,5 litro/litro produzido (COCA COLA BRASIL, 2007). Esses valores indicam a possibilidade de redução no consumo de água na indústria do presente estudo.

A água consumida pela empresa vem da estação de tratamento de água do município (CORSAN) e da captação de nove poços artesanais. As águas captadas são submetidas a tratamento antes de sua utilização, sendo que a intensidade do tratamento da água depende de sua finalidade (Figura 2). A água utilizada na xaroparia (salas de fabricação de refrigerante), linhas de envasamento, cozinha e laboratório de controle de qualidade passa pelo tratamento de múltiplas barreiras cujo custo por metro cúbico é de R\$ 2,16. A água utilizada na lavagem de garrafas de vidro (lavadora) e enxágue de garrafas descartáveis de PET (Rinser) passa somente por um filtro de areia. A água disponível na indústria para usos menos nobres, como esteiras, caldeira, banheiros, laboratório da Estação de Tratamento de Efluentes, torres de resfriamento e pátio é captada diretamente de poços, sendo a água de boa qualidade e constantemente analisada.



**Figura 2** – Tratamento da água usada pela indústria de refrigerantes, 2007.

Todo efluente gerado pela indústria é tratado no sistema secundário, por meio de processo biológico, antes de ser liberado no corpo hídrico receptor cujo custo de tratamento por metro cúbico é de R\$ 4,34. O custo para tratar o efluente é o dobro do custo para tratar a água, mostrando que é vantajoso, economicamente, recuperar a água usando como ferramenta a estação de tratamento de água.

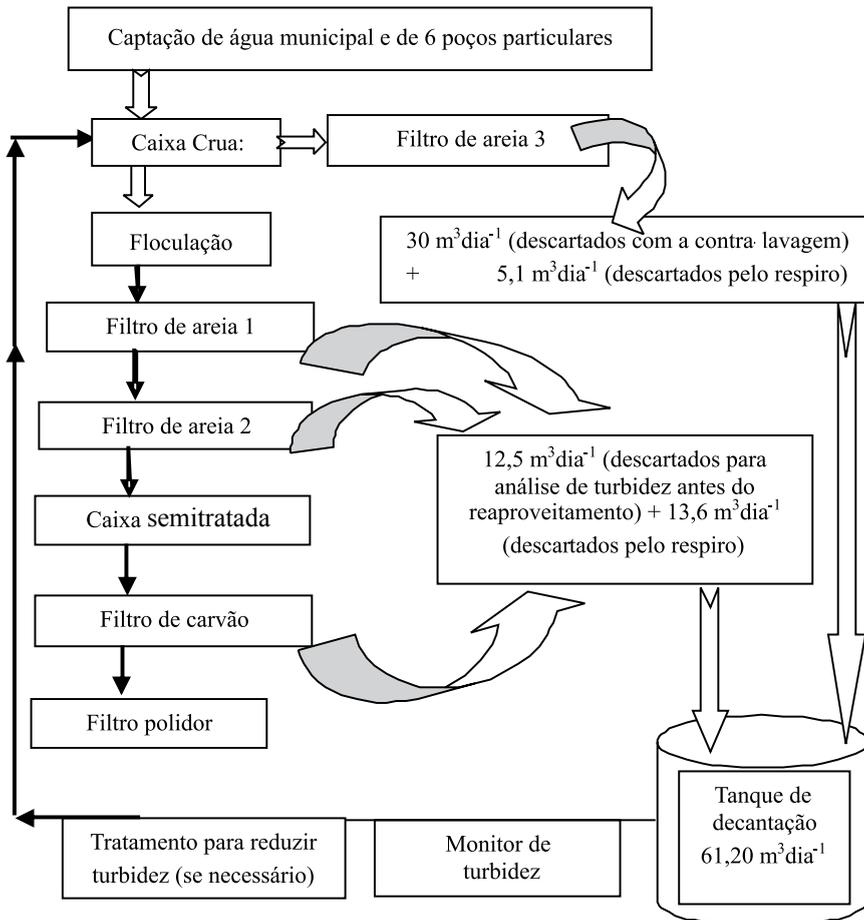
No acompanhamento das atividades da estação de tratamento de água, observou-se que, para melhor eficiência dos filtros de areia e do filtro de carvão, é necessária a realização de contralavagem diária por 1 hora. A água utilizada na contralavagem do filtro de carvão, filtro de areia 1 e filtro de areia 2 sai da caixa semitratada e é reaproveitada, retornando para a caixa crua, quando a turbidez estiver abaixo de 5 NTU. No entanto, antes de seu reaproveitamento, a água é descartada com vazão de 25 m<sup>3</sup>/hora por, aproximadamente, 10 minutos para a realização de teste de turbidez. Na contralavagem do filtro de areia 3, o efluente é descartado para a estação de tratamento, não sendo reaproveitado internamente, com uma vazão de 30 m<sup>3</sup>/hora. Cada filtro de areia e carvão possui um tubo que serve como respiro, descartando, constantemente, água filtrada para manter o ritmo de filtração cujas vazões obtidas foram de 1 litro em 25 segundos no filtro de carvão e 1 litro em 17 segundos nos filtros de areia. Na tabela 1, mostra-se o volume anual do desperdício de água e o custo para tratar o efluente gerado, nas atividades citadas, da estação de tratamento de água.

**Tabela 1** – Volume e custo anual para tratar o efluente gerado em diferentes atividades na estação de tratamento de água da indústria, 2007.

Atividade	Volume anual* (m <sup>3</sup> )	Custo anual para tratar o efluente gerado (R\$)
Contralavagem do filtro de areia 3	9.720,00	42.184,80
Contralavagem do filtro de areia 1	1.350,00	5.859,00
Contralavagem do filtro de areia 2	1.350,00	5.859,00
Contralavagem do filtro de carvão	1.350,00	5.859,00
Respiro do filtro de areia 1	1.652,40	7.171,42
Respiro do filtro de areia 2	1.652,40	7.171,42
Respiro do filtro de areia 3	1.652,40	7.171,42
Respiro do filtro de carvão	1.101,60	4.780,94
<b>TOTAL</b>		<b>86.057,00</b>

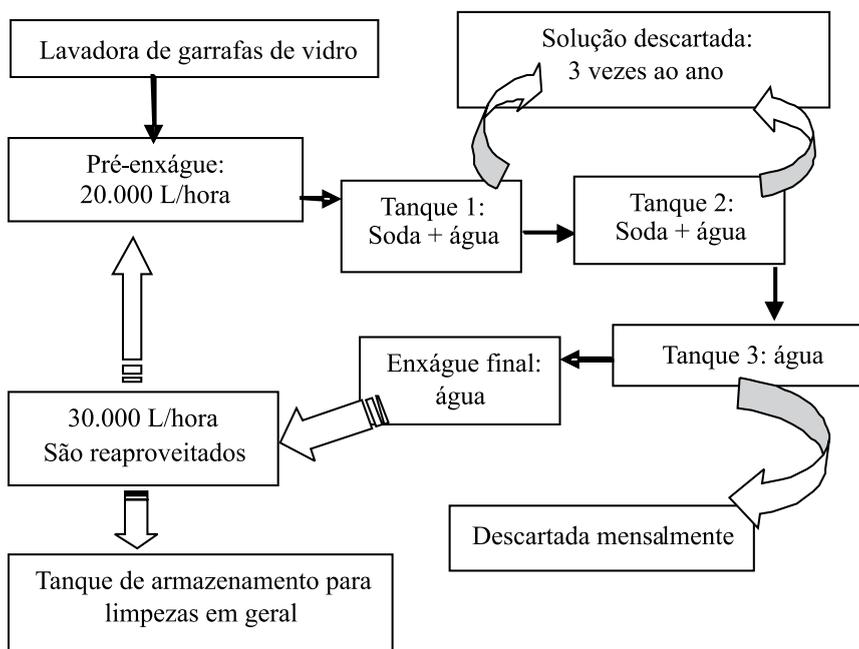
\*Considerou-se 27 dias ao mês.

Para melhorar a eficiência no uso da água durante o processo de tratamento, pode-se usar limpeza do ar ou recuperar e reutilizar a água de contralavagem e respiro dos filtros. A recuperação e reutilização interna dessas águas poderão ser realizadas por meio da captação e envio da água a um tanque de decantação para controle do material particulado, monitoramento, tratamento para reduzir a turbidez e mistura com água da caixa crua (Figura 3).



**Figura 3** – Recuperação e reutilização da água oriunda das atividades da estação de tratamento de água, 2007.

No processo de lavagem de garrafas de vidro, observou-se que parte da água utilizada é reaproveitada internamente no próprio processo (Figura 4). A água usada para o pré-enxágue das garrafas é a mesma que foi usada na última etapa do processo, o enxágue final, uma vez que as etapas intermediárias não são viáveis de reutilização, pois são descartadas com baixa frequência e com resíduos de soda e sujeiras.



**Figura 4** – Fluxograma da lavadora de garrafas de vidro no sistema de produção da indústria de refrigerantes, 2007.

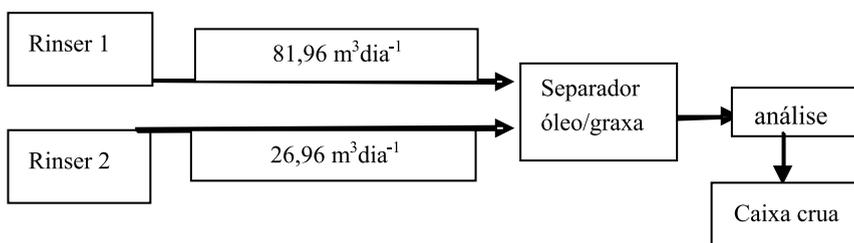
Para o processo de enxágue de garrafas PET, a indústria possui duas máquinas de *rinsers*. Como são garrafas descartáveis, a água pode ser reutilizada. Contudo, isso não ocorre na indústria. As vazões nas linhas 1 e 2 dos *rinsers* são 3.903 litros/hora e 1.284 litros/hora. Considerando que a produção funciona 21 horas por dia, tem-se 35.290,08 m<sup>3</sup> de água desperdiçados ao ano, sendo o custo anual para tratar esse efluente de R\$ 153.158,94 (Tabela 2).

**Tabela 2** – Volume anual de água descartada dos *rinsers* e o custo na estação de tratamento de efluentes da indústria de refrigerantes, 2007.

Rinser	Volume anual* (m <sup>3</sup> )	Custo anual para tratar o efluente gerado (R\$)
Linha 1	26.555,04	115.248,87
Linha 2	8.735,04	37.910,07
TOTAL	35.290,08	153.158,94

\*Consideram-se 27 dias ao mês

Para reaproveitar a água do enxágue das garrafas descartáveis PET, deve-se capturar e enviar essa água para um separador de óleo/graxa. Devido ao contato da água com a máquina, poderá ocorrer contaminação com óleo/graxa. Posteriormente, são verificadas a presença residual de óleo/graxa no fluxo de água e seu envio para o tanque de estocagem de água crua (Figura 5).

**Figura 5** – Reaproveitamento da água do enxágue de garrafa descartáveis PET, 2007.

Na sala da xaroparia, existem tanques que são higienizados, quando se encontram vazios, antes de serem novamente cheios com os ingredientes do refrigerante. A higienização dos tanques é feita por um sistema automático, chamado *clean-in-pleace* (Cip), com vazão 24 m<sup>3</sup>/hora, no qual, detergentes, agentes de sanitização e água são circulados pelos equipamentos e tubulações por meio do bombeamento de soluções, sem necessidade de desmontar os equipamentos. Esse sistema Cip foi projetado para reutilização interna da água de enxágue dos tanques da seguinte maneira: a água que é usada no último enxágue de um tanque é armazenada quando sua condutividade estiver abaixo de 1.0 mS para, posteriormente, ser usada no pré-enxágue do próximo tanque a ser higienizado. A capacidade de armazenar água para

reutilização no sistema é de  $3\text{m}^3$ , o tempo de pré-enxaguar um tanque é de 5 minutos e o tempo de enxágue final é de 10 minutos. Como a água do enxágue final só será recuperada para reutilização quando sua condutividade estiver abaixo de 1.0 mS, somente, a partir da metade do tempo de enxágue final, a água passará a ser recuperada.

O sistema Cip é capacitado para pré-enxaguar um tanque de xarope com água de reutilização e, logo em seguida, preencher a capacidade de  $3\text{m}^3$  com a água usada no enxágue final do mesmo tanque. Assim, quando um segundo tanque for acionado, a água usada para seu pré-enxágue será a água do último enxágue do tanque anterior, e assim sucessivamente.

O trabalho, nessa etapa do sistema de produção, foi focado no pré-enxágue e enxágue final dos tanques. Observou-se que a reutilização da água no sistema Cip nem sempre é realizada. Isso se deve a falta de planejamento no tempo em ligar o sistema. Antes de um tanque de xarope terminar seu enxágue final, é acionado um novo tanque de xarope para higienização. Com isso, a água usada no pré-enxágue desse segundo tanque acionado, que deveria ser água de reutilização, não é suficiente para pré-enxaguar, sendo necessário usar água tratada, pois o tanque acionado primeiramente ainda não terminou seu enxágue final. Quando o enxágue final do segundo tanque ocorrer, a água não poderá ser armazenada para reutilização, pois a água de enxágue final do primeiro tanque completou a capacidade do sistema Cip de armazenar água de reutilização. Com isso, foi possível verificar dois desperdícios: o uso de água tratada no pré-enxágue e o descarte da água de enxágue final.

Nas planilhas de registros de higienização que informam o tanque, a data, a hora de início e a hora de término do sistema Cip, verificou-se que, pelo menos uma vez ao dia, ocorre a higienização de dois tanques ao mesmo tempo. Com isso, são utilizados, aproximadamente,  $54\text{ m}^3/\text{mês}$  de água tratada no pré-enxágue, o que representa um custo de R\$ 1.399,68 ao ano. E são desperdiçados cerca de  $54\text{ m}^3/\text{mês}$  de água que poderia ser armazenada para reutilização, gerando um custo na estação de tratamento de efluentes de R\$ 2.812,32 ao ano.

Para evitar o desperdício de água e melhorar a eficiência do reaproveitamento da água de enxágue, é necessário realizar um treinamento nos funcionários que controlam a xaroparia, evitando o acionamento do sistema Cip em dois ou mais tanques ao mesmo tempo.

Na sala de xaroparia, observou-se a existência de motores de indução que possuem selo de bomba resfriado com água cujo objetivo é evitar

aquecimento e desgaste dos selos. A liberação das águas de selagem é constante, mesmo quando a produção encontra-se parada. Os selos de bomba de mesmo tipo apresentam variação na quantidade de água utilizada, pois não há ajuste de vazão, resultando em um desperdício desnecessário de água (Tabela 3).

**Tabela 3** – Vazão dos selos de bomba existentes na xaroparia, desperdício de água por ano e custo anual para tratar o efluente gerado na indústria de refrigerantes, 2007.

Selo de bomba	Vazão (L/min)	Desperdício em 1 ano* (m <sup>3</sup> )	Custo anual para tratar o efluente gerado (R\$)
Duplo	3,70	1.717,20	7.452,64
Duplo	2,25	1.036,80	4.499,71
Simples	1,45	673,92	2.924,81
Simples	1,30	583,20	2.531,08
Simples	0,75	349,92	1.518,65
Simples	0,45	209,95	911,18
Simples	0,45	209,95	911,18
Simples	0,15	69,98	303,71
Simples	0,10	46,66	202,50
Simples	0,07	32,40	140,62
TOTAL			21.396,08

\*Consideraram-se 24 horas/dia e 27 dias ao mês

Águas de selagem podem ser minimizadas e/ou recuperadas na fábrica. Existem, no mercado, medidores que podem ser instalados e que não causam entupimentos, eliminando o risco de danos ao selo de bomba e permitindo cessar a saída de água, quando a produção estiver parada (WMF SOLUTIONS, 2007).

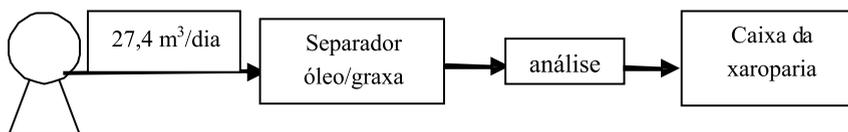
A recuperação da água de selagem poderá ser realizada com a água desperdiçada pelas bombas de vácuo existentes nas linhas de produção. Nelas, as bombas de vácuo tipo Paramix liberam água sempre que a produção estiver em funcionamento (21 horas/dia). A bomba de vácuo tipo CMX libera água somente quando sua temperatura chega a 25°C, sendo que, em um período de uma hora, essa bomba libera água durante 19 minutos com vazão de 12 L/minuto (Tabela 4). Desse modo, em um ano, são desperdiçados 3.972 m<sup>3</sup> de água que podem ser captados com a água dos selos de bomba para posterior reutilização.

**Tabela 4** – Vazão das bombas de vácuo existentes na xaroparia, com seu respectivo custo anual para tratar o efluente gerado na indústria de bebidas, 2007.

Bombas de vácuo	Vazão (L/min)	Desperdício em 1 ano* (m <sup>3</sup> )	Custo anual para tratar o efluente gerado (R\$)
Paramix	4,53	1.846,80	8.015,11
Paramix	1,40	571,54	2.480,48
CMX	12,00	1.551,31	6.732,68
TOTAL			17.228,27

\*Considerou-se 27 dias ao mês

Para a reutilização da água de selos de bomba e bombas de vácuo, a água deve ser capturada e enviada para um separador óleo/graxa, devido ao contato da água com as bombas. Em seguida, poderá ser feita a verificação de presença residual de óleo/graxa no fluxo de água e seu envio para a caixa da xaroparia, onde será usada em esteiras, caldeira, banheiros, laboratório da estação de tratamento de efluentes, torres de resfriamento e pátio (Figura 6).



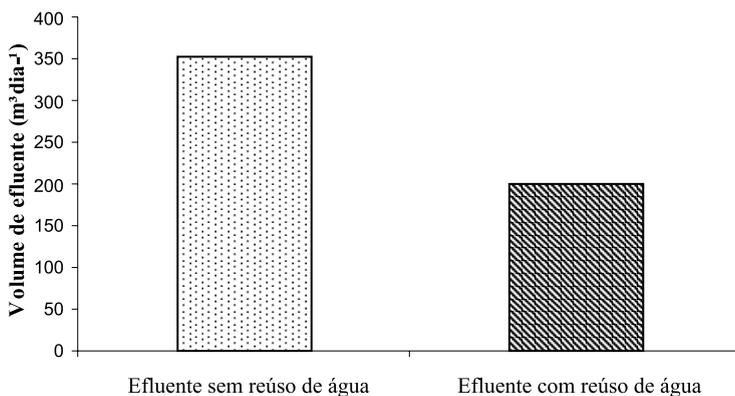
**Figura 6** – Fluxograma do reaproveitamento da água capturada da selagem e purgas das bombas de vácuo, 2007.

A caixa da xaroparia, eventualmente, é complementada com água municipal para poder suprir as necessidades da indústria. Se a água de resfriamento dos selos de bomba e bombas de vácuo for reaproveitada, o complemento com água municipal para os usos menos nobres dentro da indústria não será necessário.

Para acompanhar o desempenho da reutilização interna e controlar possíveis modificações que possam surgir na qualidade da água da indústria, deve-se manter um programa de todas as operações envolvidas para a reutilização, incluindo análises trimestrais de parâmetros, indicados pela classificação de água potável, definida pela portaria 518 do Ministério da Saúde (2004), porque a água reutilizada será considerada uma nova fonte de abastecimento para a indústria.

Com a reutilização interna da água, o volume de efluente a ser tratado será reduzido. Portanto, deve-se ter maior atenção nos estágios iniciais do projeto de conservação da água, pois poderão surgir modificações na qualidade do efluente.

Os sistemas de reciclagem interna da água necessitam de um investimento inicial. Entretanto, além da conservação do recurso hídrico, a compensação virá com a redução de um volume de, aproximadamente,  $199 \text{ m}^3/\text{dia}^{-1}$  de efluente (Figura 7) e ganho econômico de R\$ 141.957,36 ano<sup>-1</sup>.



**Figura 7** – Volume atual de efluente na estação de tratamento e volume estimado com a aplicação das reutilizações propostas no trabalho.

## CONCLUSÃO

A aplicação do plano de conservação da água, apresentado no trabalho, na indústria de refrigerantes da Região Central do Rio Grande do Sul, poderá reduzir o consumo de água em, aproximadamente,  $199 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ , gerando uma economia de R\$ 141.957,36 ano<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

AMBEV recebe prêmio de meio ambiente. **ABIR**, associação brasileira das indústrias de refrigerantes e bebidas não alcoólicas, notícias do setor, 2005. Disponível em: [http://www.abir.org.br/article.php3?id\\_article=1222](http://www.abir.org.br/article.php3?id_article=1222). Acesso em: 18 out. 2007.

CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania. **Gestão das Águas**: princípios e práticas. Editado por Nilson Campos e Ticiania Studart. Porto Alegre: ABRH, 2003.

CHUVA É USADA NO REFRIGERANTE. **O Diário do Norte do Paraná**, Maringá, 04 out. 2007. Disponível em: [http://www.odiariomaringa.com.br/\\_noticia/160885](http://www.odiariomaringa.com.br/_noticia/160885). Acesso em: 15 out. 2007.

COCA-COLA BRASIL comemora otimização do uso de água com redução de 6% do consumo em 2004. **ABIR**, associação brasileira das indústrias de refrigerantes e bebidas não alcoólicas, notícias do setor, 2004. Disponível em [http://www.abir.org.br/article.php3?id\\_article=891](http://www.abir.org.br/article.php3?id_article=891). Acesso em: 15 out. 2007.

COCA-COLA BRASIL apresenta na Conferência Ethos as ações de uso responsável da água pela companhia. **Fator Brasil**, responsabilidade social, jun. 2007. Disponível em: [http://revistafatorbrasil.com.br/\\_ver\\_noticia.php?not=12274](http://revistafatorbrasil.com.br/_ver_noticia.php?not=12274). Acesso em: 15 out. 2007.

DESPERDÍCIO DE ÁGUA. **Ambiente Brasil S/S Ltda**, água doce 2003. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/desperdicio.html>. Acesso em: 29 de jan. de 2007.

GLEICK, Peter H. **Water in Crisis: a guide to the world's fresh water resources**. Oxford University Press, New York, p. 506, 1993.

EMPRESAS DO PARANÁ são destaque em consumo de água. **ABIR**, associação brasileira das indústrias de refrigerantes e bebidas não alcoólicas, notícias do setor, jun. 2007. Disponível em [http://www.abir.org.br/article.php3?id\\_article=2969](http://www.abir.org.br/article.php3?id_article=2969). Acesso em: 15 de out. de 2007.

LUZ, Luiz A. R. 2005. **A reutilização da água: mais uma chance para nós**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ltda.

MANCUSO, Pedro C. S.; SANTOS, Hilton F. **Reuso de água**. Editado por Pedro Caetano S. M. e Hilton Felício dos Santos. Barueri, SP: Manole, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf). Acesso em: 10 out. 2007.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

REUSE OF EFFLUENTS: methods of wastewater treatment and health safeguards. **WHO** – World Health Organization. Of a WHO meeting of experts. Technical report series Nº 517. Genebra, 1973. Disponível em: [http://who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/gsuww/en/](http://who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/). Acesso em: 15 de out. de 2007.

SANTOS, Devanir G. I Oficina de trabalho de reúso de água não potável: Legislação para reúso: situação atual e perspectivas. **ANA - Agência Nacional de águas**. São Paulo, 2005. Disponível em: [http://www.cnrh-srh.gov.br/download/CTCT/APRES\\_I\\_REUSO/Devanir.pdf](http://www.cnrh-srh.gov.br/download/CTCT/APRES_I_REUSO/Devanir.pdf). Acesso em: 19 out. 2007.

SAUTCHÚK, Carla A. et al. **Conservação e reúso de água**: Manual de orientações para o setor industrial. Volume 1. FIESP/CIESP, 2004. 90p. Disponível em <http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>. Acesso em: 4 maio 2007.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de engenharia hidráulica e sanitária da Escola Politécnica da universidade de São Paulo, 2006.

TUDINSI, José Galizi. 2003. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Carlos, SP: Rima.

WMF Solutions. Kytola Instruments: **Monitor de líquido de selagem**. 4. Disponível em: <http://www.wmf-solutions.com/download/SLM.pdf>. Acesso em: 14 de nov. de 2007.