

IV-252 - IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMA DE GESTÃO HÍDRICA EM EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO

Ana Cristina Cúria⁽¹⁾

Gerente de Saúde Segurança e Meio Ambiente da Stihl Ferramentas Motorizadas Ltda. Engenheira Química pela Pontifícia Universidade Católica (PUC/RS). Mestre e Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (UFRGS/RS).

Cassiano Rossi dos Santos

Engenheiro Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra/RS). Mestrando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (UFRGS/RS).

Juarez Ramos do Amaral Filho

Engenheiro Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra/RS). Mestre e Doutorando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (UFRGS/RS).

Liliana Amaral Féris

Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS/RS). Mestre e Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (UFRGS/RS). Pós-doutorada na Universidade de Queensland, Austrália.

Rodrigo Matuella Machado

Engenheiro Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra/RS). Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFRGS/RS).

Endereço⁽¹⁾: Rua São Borja, 3000 – Fazenda São Borja – São Leopoldo - RS - CEP: 93032-000 - Brasil - Tel: (51) 3579-8303 - e-mail: ana.curia@stihl.com.br

RESUMO

A água é um insumo essencial à manutenção da vida, e como tal, necessita de uma gestão eficaz do seu principal consumidor, o ser humano, para que os níveis de qualidade e quantidade estejam adequados ao uso. Neste contexto, as indústrias exercem um caráter fundamental para disseminação de práticas que contribuam para a sustentabilidade do uso da água. O estabelecimento de programas de gestão hídrica oportuniza a promoção de tais práticas, uma vez que proporciona um cenário ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo. O monitoramento contínuo do consumo de água é essencial para geração de históricos de consumo setorializados, possibilitando a avaliação da demanda de água requerida para o abastecimento de cada processo produtivo. Através desta avaliação é possível identificar os processos responsáveis pelos maiores volumes de água consumida. Nestes locais devem-se concentrar os esforços de forma prioritária em ações que objetivam a redução do consumo de água, através de medidas que visam à eliminação de vazamentos, a efficientização de processos e a conscientização dos usuários. Sendo realizadas as ações de minimização do consumo de água, os esforços são transferidos as alternativas de reuso da água.

O presente trabalho relata as ações de conservação e reuso de água implementadas em uma empresa do setor metal-mecânico. Para as ações de conservação de água, foi possível propor medidas de redução do consumo na fonte. Com relação ao reuso, foram investidos recursos para captação, armazenamento, tratamento e distribuição de águas oriundas de fontes alternativas. Quanto à aceitação da água de reuso ofertada, observaram-se resultados distintos para as variadas demandas de consumo. A qualidade de água obtida após a filtragem com areia de quartzo e antracito de granulometria 0,9 a 1,5 mm apresentou qualidade satisfatória para o abastecimento de lavadores de gases e torres de resfriamento. Em contrapartida, para os outros processos de produção a qualidade da água não atendeu aos requisitos de ordem operacional.

A implantação destas ações possibilitou uma redução média de 20,7 m³/dia através de ações de conservação de água e 26,2 m³/dia com ações de reuso de água. Considerando a economia de água obtida com as ações desenvolvidas, recomenda-se o diagnóstico por parte das corporações quanto ao desenvolvimento de programas de gestão hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Hídrica, Conservação de Água, Reuso de Água, Sustentabilidade, Metal-Mecânico

INTRODUÇÃO

Devido à relativa abundância do volume de água no Brasil e aos baixos custos cobrados pelo seu uso, as ações do setor industrial, que até então apresentavam resultados consideráveis quanto à conservação deste insumo, na maioria dos casos, restringiam-se aos setores que se utilizam deste recurso como matéria prima ou com influência direta sobre o produto final. Com o poder mais atuante das unidades fiscalizadoras, bem como o surgimento dos problemas relacionados à escassez e poluição de água nos grandes centros urbanos, começa haver maior interesse por parte de vários setores industriais pelas atividades nas quais a água é utilizada, o que também é motivado pelas recentes políticas federais e estaduais sobre o gerenciamento de recursos hídricos (Hespanhol, 2004).

A possibilidade de expandir a produtividade e abrangência comercial, sem que este fato futuramente cause impacto na disponibilidade dos recursos naturais, vem atraindo a atenção do setor industrial para as ações de sustentabilidade. A adoção de práticas sustentáveis é bem representada por ações de gestão hídrica, uma vez que reduz a extração de recursos hídricos (benefício ambiental), minimiza os custos com a aquisição de água de concessionárias (benefício econômico) e aumenta a disponibilidade de água para usos mais nobres (benefício social), como hospitais e escolas.

Neste contexto, o presente trabalho visa avaliar o resultado da implantação de sistemas de conservação e reuso de água em uma empresa do setor metal-mecânico do Rio Grande do Sul. No que se refere ao uso racional de água na planta industrial da Empresa estudada, foi possível identificar resultados promissores através da aplicação de ações que propiciam maior eficiência de consumo, redução de perdas por vazamentos e negligência de usuários, bem como pelo reaproveitamento e reuso de águas e efluentes tratados.

Considerando a importância da água como fonte de suprimento para os processos do setor metal-mecânico, e que as práticas sustentáveis das atividades do setor se fazem necessárias e estratégicas, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de identificar alternativas eficientes para conservação e reuso da água em uma indústria metal-mecânica.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para implementação do Plano de Gestão Hídrica da Indústria estudada consistiu no desenvolvimento de ações de conservação de água e ações de reuso de água. Para as ações de conservação de água houve a possibilidade de avaliar sua aplicação tanto para atividades de abastecimento industrial, como também para abastecimento humano. Em contrapartida, a aplicabilidade das ações de reuso de água foi avaliada apenas para o abastecimento industrial, considerando o impedimento legislativo que vigora no Brasil para utilização de águas oriundas de reuso para abastecimento de atividades de consumo humano. A Figura 1 apresenta a estrutura do Programa de Gestão Hídrica referenciado, de acordo com a aplicabilidade de cada etapa do programa.

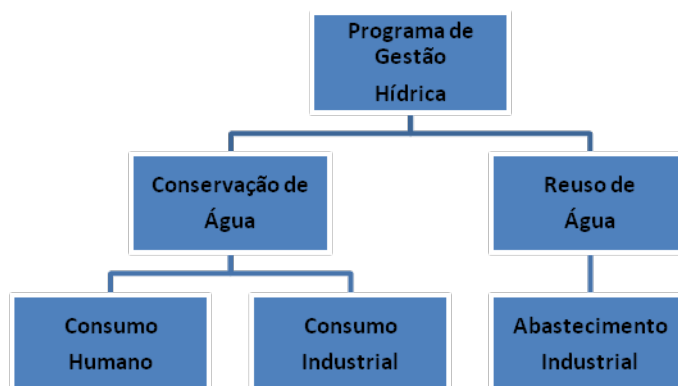


Figura 1: Estrutura do Programa de Gestão Hídrica

O diagnóstico da quantidade e qualidade de água requerida para o adequado fornecimento aos processos da Indústria é fundamental ao plano de gestão hídrica, possibilitando a mensuração dos ganhos potenciais com ações de conservação de água, bem como para definição dos investimentos necessários ao tratamento da água de reuso que será fornecida.

A quantidade de água requerida para cada processo foi definida após a avaliação de séries históricas de leituras de hidrômetros setorizados por processo. Quanto à qualidade de água necessária para o abastecimento industrial foram realizadas consultas com os especialistas de cada processo fabril, prestadores de serviços responsáveis pela manutenção de equipamentos e através de consultas em literaturas relacionadas.

Com a definição da quantidade de água requerida para o abastecimento de cada processo, a demanda de água foi definida de forma setorizada, possibilitando a identificação dos processos e setores da Fábrica que mais consomem água. Nestes processos e setores foram identificadas as principais causas de perdas, seja por vazamentos, processos ineficientes ou negligência dos usuários.

A etapa seguinte foi diagnosticar as oportunidades de conservação de água no setor de maior consumo, considerado prioritário para o desenvolvimento de ações de racionalização do consumo. Tais ações possibilitaram a eficiência de processos em relação ao uso de água, ou seja, minimizar os desperdícios sem que isto acarretasse em prejuízos ao desempenho das atividades da Empresa.

A etapa final consistiu em identificar a disponibilidade de fontes alternativas de água para abastecimento da Fábrica. Foram identificadas a quantidade e qualidade de água obtida após o processo de filtragem. Para análise da quantidade da água de reuso disponível foi calculada a vazão de água ofertada do tratamento do efluente sanitário, da destilação de água do processo de evaporação de emulsão oleosa e da captação de água pluvial. Para análise da qualidade da água de reuso obtida, foi avaliada a eficiência da filtragem com areia de quartzo e antracito de granulometria 0.9 a 1.5 mm para redução da concentração dos parâmetros alcalinidade total, condutividade elétrica, demanda química de oxigênio (DQO), dureza total e sólidos dissolvidos.

CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Após a definição da quantidade de água necessária para o abastecimento de cada processo, através da avaliação dos consumos ao longo de meses, elencaram-se os setores consumidores de acordo com os percentuais de uso de cada atividade da Indústria. Na Figura 2 verificam-se os percentuais de consumo de água para cada processo da Empresa.

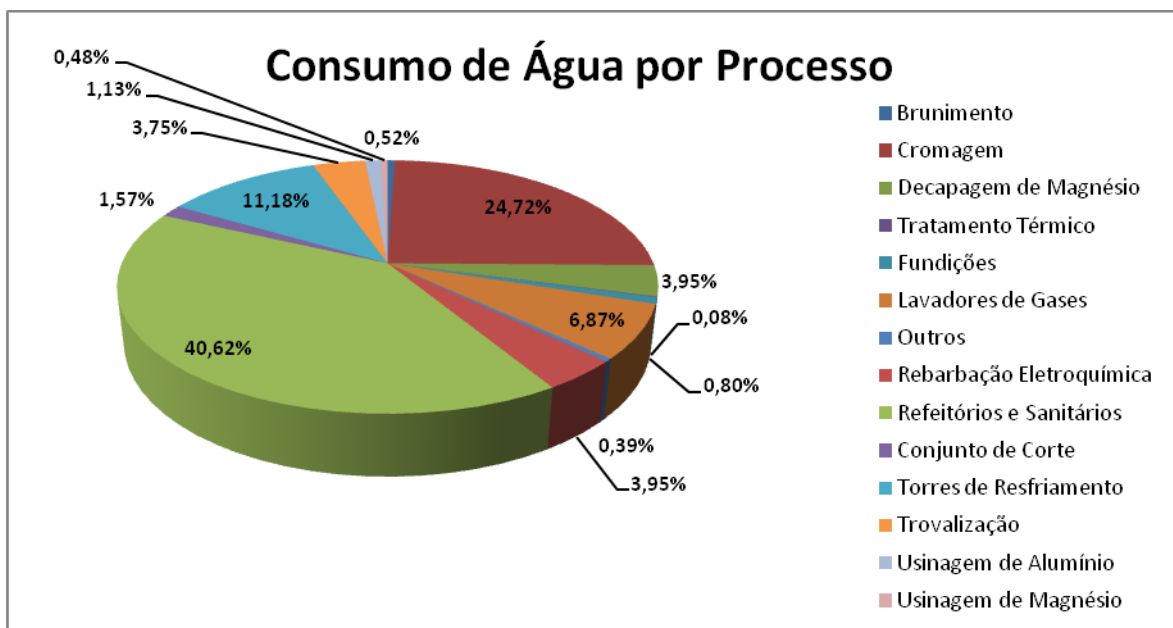


Figura 2: Distribuição da demanda de água por processo

Considerando os dados apresentados na Figura 2 foi possível identificar que o consumo exercido pelo setor Refeitório e Sanitários, corresponde à demanda de maior volume de abastecimento. Diante desta constatação pode-se considerar que este setor detém o maior potencial para redução do consumo na fonte de geração, o que justificou o desenvolvimento de ações de conservação de água prioritariamente neste local.

Observou-se que as perdas físicas identificadas nos refeitórios e sanitários ocorrem devido a vazamentos em tubulações, a vazão excessiva e inadequada de água dos equipamentos hidráulicos e a ausência de compromisso de uma parcela dos usuários com relação à racionalização do consumo de água.

Considerando esta variedade de causas relativas ao desperdício de água não somente no refeitório e sanitários, mas em todos os setores da Empresa, foi proposto um conjunto de medidas para a efetiva redução do consumo de água.

- **Desempenho Ineficiente de Processos e Setores de Consumo**

Por ser o setor que demanda o maior uso de água na Fábrica (40,62%), o Refeitório e os Sanitários foram objeto de estudo no que diz respeito à eficiência do consumo de água.

O consumo de água no Refeitório ocorre basicamente para o preparo e lavagem de alimentos e limpeza de utensílios, sendo utilizada através de torneiras. Nos Sanitários o uso da água se dá para atividades de higiene pessoal e para arraste de dejetos, sendo utilizada nos vasos sanitários, chuveiros, torneiras e mictórios. Unicamente para o arraste de dejetos dos vasos sanitários e mictórios, onde não há risco iminente de ingestão de água por parte dos usuários, o reuso foi considerado como uma alternativa a ser avaliada. Entretanto, pelo fato destes componentes hidráulicos estarem fisicamente distribuídos em diversos locais da Empresa, a implantação do reuso foi descartada, pois implicaria em modificações de instalações hidráulicas em cada componente e tubulação, representando um custo-benefício não atrativo.

Diante desta realidade, o reuso de água nos Sanitários não correspondeu a uma alternativa promissora quando comparado aos processos industriais. Esta realidade atribui às alternativas de redução na fonte das perdas físicas de água um caráter fundamental para obtenção de resultados satisfatórios.

As ações iniciaram com a avaliação das pressões hidráulicas que atuavam sobre as tubulações. Foi constatado que a pressão hidráulica elevada era um dos fatores que contribuíam para as perdas e desperdícios de água no sistema. Estas perdas ocorriam principalmente devido ao fornecimento de água em quantidade superior ao necessário para realização da atividade.

Para os utensílios onde foi confirmada a ocorrência de vazões de água acima do necessário, foram adquiridos dispositivos economizadores de água. Porém, antes de especificar os dispositivos foram definidas as pressões mais adequadas para cada componente hidráulico, idealizando a redução do consumo de água sem que houvesse prejuízo ou desconforto para os usuários.

Estes dispositivos economizadores têm por concepção fundamental a redução da vazão de água ofertada a níveis satisfatórios de uso, através da instalação ou substituição de torneiras, chuveiros, vasos sanitários, mictórios, arejadores, reguladores ou restritores de vazão.

A Tabela 1 apresenta os dispositivos economizadores de água adquiridos, os componentes substituídos e o potencial de redução de consumo de água para cada um.

Tabela 1: Aquisição dos dispositivos economizadores de água

Componente substituído	Consumo efetivo		Dispositivo adquirido	Consumo efetivo		Unidades substituídas
Bacias sanitárias convencionais	9 a 12 litros	Por descarga	Bacias V.D.R. com volume de descarga reduzido	6 litros	Por descarga	63
Válvulas de descarga convencionais	6 a 12 litros	Por descarga	Válvulas de duas opções, para dejetos líquidos e sólidos	3 a 6 litros	Por descarga	139
Torneiras convencionais	8 a 18 litros	Por minuto	Torneiras hidromecânicas e torneiras com sensor elétrico de presença	6 litros	Por minuto	144
Chuveiros convencionais	20 litros	Por minuto	Chuveiros com restritores de vazão	14 litros	Por minuto	65
Mictórios de válvula manual	1,8	Por descarga	Mictórios com sensor elétrico de presença	1 litro	Por descarga	41

Fonte: Manual de Conservação e Reuso de Água Para o Setor Industrial, 2004.

• Vazamentos

Inicialmente foi realizado um diagnóstico dos vazamentos sobre os diversos componentes hidráulicos da Empresa, podendo citar válvulas de descarga, registros, torneiras, sifões, ralos e tubulações, sendo que na maioria dos casos as perdas eram decorrentes da falta de manutenção preventiva.

Diante destes vazamentos realizaram-se inspeções gerais de todas as tubulações no que diz respeito à correção de perdas através da vedação de vazamentos, troca de reparos, válvulas e outros. Grande parte das tubulações da Empresa está localizada em pontos de fácil visualização, podendo ser inspecionada sem necessidade do uso de métodos mais sofisticados para identificação de vazamentos. Para as tubulações de difícil acesso e visualização foram realizadas inspeções através de métodos de identificação acústica e robótica.

Em diversos casos os reparos contra vazamentos não eram feitos pela dificuldade de identificar perdas não visíveis. São pequenos escapes que não se percebe pela visão ou audição, mas podem ser identificados por equipamentos específicos que localizam esses pequenos vazamentos.

Estes métodos têm como princípio a identificação de ondas acústicas, por via ultra-som, propagadas pelos vazamentos. Tais equipamentos permitem indicar com maior precisão o ponto de fuga na rede, evitando intervenções destrutivas e onerosas.

Estas ações tiveram abrangência para toda área fabril da Empresa.

• Negligência dos Usuários

As perdas de água decorrentes de hábitos inadequados dos usuários representam uma das causas de desperdício com maior potencial de ganhos em caso de reversão do cenário. Esta situação pode ser combatida através de ações com foco em análises de desvios comportamentais, treinamentos e campanhas de conscientização.

A utilização de água de forma irracional pode tornar-se um hábito rotineiro em determinados setores em que o consumo é significativo e não exista uma real dimensão da quantidade de água que poderia ser economizada através de ações simples. Para estes casos foi fundamental a realização de campanhas de conscientização e treinamentos, onde foi apresentado o quanto pode representar, tanto em custos como em quantidade, as perdas de água devido ao uso irracional. Exemplos de situações que ocorreram na própria Indústria foram apresentados nestas campanhas, levando o usuário a refletir quanto aos seus próprios hábitos diários.

Uma vez consciente da responsabilidade atribuída às suas atividades, o usuário poderá tornar-se um aliado na busca pela redução de desperdícios de água, não somente pela eliminação de ações negligentes, mas também se tornando proativo na identificação e comunicação de vazamentos e desempenho ineficiente dos processos.

Neste sentido a Empresa estabeleceu uma ferramenta em que os colaboradores podem ser contemplados com premiações em dinheiro quando elaboram e sugerem ações que comprovadamente agregam reduções de desperdícios. Esta ferramenta, denominada TORD (Time Orientado para Redução de Desperdícios) tem propiciado uma interação consolidada entre os processos produtivos e os gestores do Programa de Gestão Hídrica, possibilitando a identificação e atuação com ações eficazes em diversos casos de desperdício de água e beneficiando tanto a Empresa como também os colaboradores.

Estas ações tiveram abrangência para todos os processos e setores da Empresa.

RESULTADOS DAS AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Na Figura 3 estão representadas as vazões de consumo mensal de água no Refeitório e Sanitários da Indústria. Os marcadores em vermelho indicam o período anterior à instalação dos equipamentos economizadores de água e os marcadores em verde o período posterior.

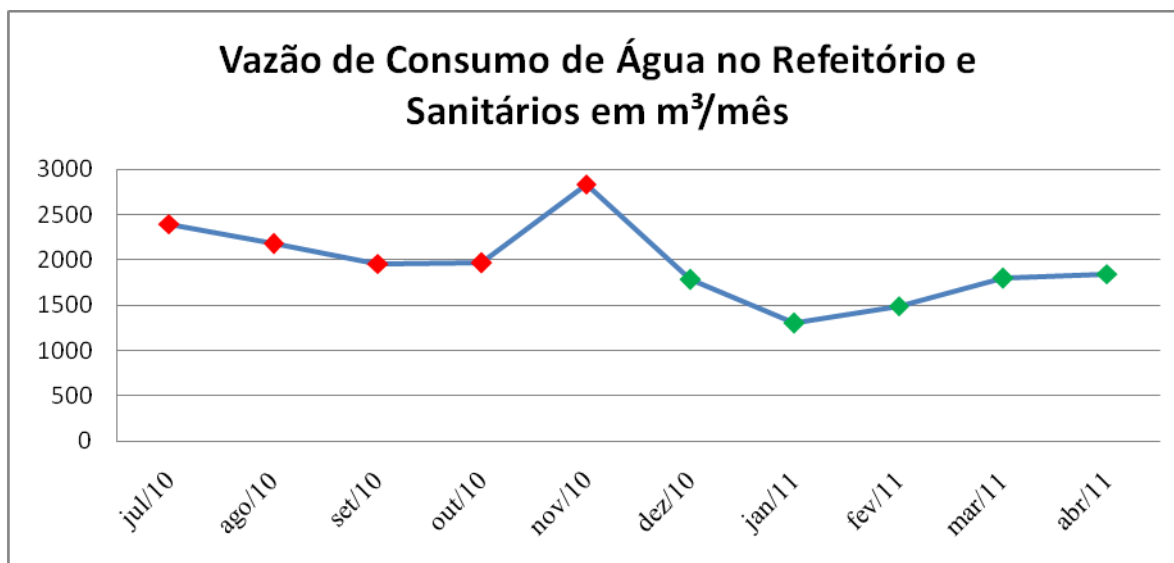


Figura 3: Vazão de consumo de água no refeitório e sanitários

Através das ações de conservação de água no refeitório e sanitários da Empresa foi possível economizar em média 621,9 m³/mês, ou 20,7 m³/dia de água, quando comparado ao período imediatamente anterior a instalação dos equipamentos economizadores de água.

REUSO DE ÁGUA

As ações de conservação permitiram uma redução significativa do consumo de água, contudo foi desenvolvida uma estrutura para reutilização de correntes de águas até então inservíveis, vindo a somar resultados positivos para o Programa de Gestão Hídrica.

A Indústria estudada até então dependia exclusivamente do abastecimento de água fornecida pela concessionária municipal de distribuição. Diante desta situação foram realizados investimentos para captação, armazenamento, tratamento e distribuição de águas de reuso.

• Captação de Armazenamento

A água de reuso é oriunda de três fontes alternativas, composta pelo aproveitamento de águas pluviais captadas de telhados da Fábrica, pelo reuso do efluente sanitário após tratamento e pela destilação da água originada no processo de evaporação de efluentes emulsionados em óleo.

Estas três fontes que compõem a água de reuso bruta são armazenadas em um mesmo reservatório. Para o dimensionamento do volume do reservatório e o tempo de retenção de água foram calculadas as vazões das fontes de contribuição.

Para o dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais foram realizados levantamentos dos índices pluviométricos da região, onde foi identificada uma precipitação média de 125 mm/mês. A área dos telhados estruturada para a captação de água pluvial foi de 16.000 m², possibilitando um volume médio de 2.000m³/mês de água captada, ou 66,6 m³/dia. Somada a esta vazão verificou-se a contribuição média do efluente sanitário tratado e do destilado da evaporação, obtendo as vazões médias de 122,7m³/dia e 8,4m³/dia, respectivamente. Somadas as vazões obteve-se um volume de contribuição diário de 197,7m³/dia. Esta foi a vazão total considerada para o projeto de dimensionamento da lagoa de armazenamento de água de reuso, construída para um volume útil de captação de 500m³, com um tempo de retenção máximo de 2,5 dias. Estes dados foram fundamentais não somente para o dimensionamento da lagoa, mas também para definição dos diâmetros de tubulações e fundamentalmente para avaliação da disponibilidade de água destas fontes para o abastecimento da Fábrica.

A realização de pré-tratamentos, como a pré-cloração e coagulação foram necessários para manutenção da qualidade da água. Este procedimento é fundamental, pois a retenção da água em reservatório aberto é sujeita à incidência de luz, podendo favorecer o desenvolvimento de algas, principalmente em situações de concentração de fósforo superiores a 0,5 mg/L.

• Tratamento e Distribuição

A utilização de águas de reuso é uma alternativa que depende da avaliação das características do efluente disponível após seu tratamento, as quais devem ser compatíveis com os requisitos de qualidade exigidos pela aplicação que se pretende dar a esta água.

Conforme referenciado por Hespanhol (2004) para o controle da qualidade de águas de reuso pode-se utilizar a condutividade elétrica, que representa, com segurança, os compostos inorgânicos e a medida da demanda química de oxigênio, que pode ser utilizada para representar as substâncias orgânicas.

Além destes parâmetros ainda foram avaliados as concentrações de alcalinidade total, dureza total e sólidos dissolvidos, pois entende-se que compostos identificados por análises destes parâmetros podem interferir na qualidade ou acabamento de pinturas e tratamentos superficiais de metais, bem como na incrustação de tubulações.

Foram realizadas consultas com especialistas dos processos produtivos e revisões bibliográficas para definição de níveis aceitáveis de qualidade de água de reuso para os parâmetros anteriormente citados. Posteriormente foram definidos padrões mínimos de aceitação para qualidade da água ofertada após o sistema de filtração.

O funcionamento deste sistema baseia-se na aplicação da água a ser tratada sobre a superfície de um leito de areia de quartzo e antracito de granulometria 0.9 a 1.5 mm. Durante a sua infiltração, ocorre a purificação por mecanismos físicos e químicos. O tratamento físico é resultante do peneiramento e o químico se processa pela adsorção de determinados compostos.

O filtro possui uma capacidade máxima de filtragem para vazão de 10 m³/h, operando em paralelo com um filtro menor de mesma composição, porém com uma capacidade máxima de filtragem para uma vazão de 5 m³/h.

A Figura 4 apresenta o fluxo de funcionamento do filtro, incluindo os pré-tratamentos de cloração e coagulação da água.

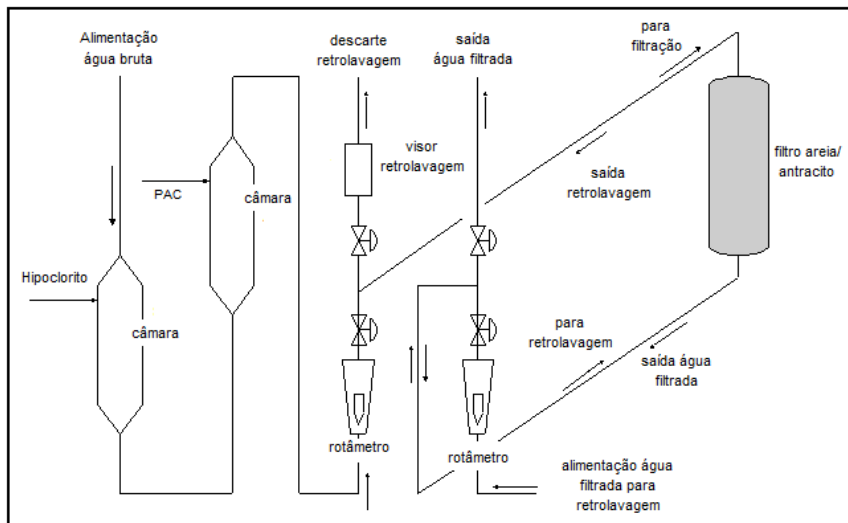


Figura 4: Sistema do filtro utilizado para pré-tratamento da água de reuso

RESULTADOS DAS AÇÕES DE REUSO DE ÁGUA

As Figuras 5, 6, 7, 8 e 9 mostram os resultados das análises de concentração dos parâmetros alcalinidade total, condutividade elétrica, demanda química de oxigênio (DQO), dureza total e sólidos dissolvidos, para água filtrada em areia de quartzo e antracito de granulometria 0.9 a 1.5 mm.

São apresentados também os padrões aceitáveis para o abastecimento dos processos, de acordo com as referências da literatura e o conhecimento prático dos especialistas de cada processo, de tal forma que não se identificaram problemas de ordem operacional nos processos produtivos quando estes padrões foram atendidos.

Os padrões foram divididos em duas classes, conforme descrito a seguir:

Padrão A: Padrão limite estabelecido para uso em qualquer um dos processos produtivos, exceto cromagem, o qual requer uma qualidade de água ainda mais elevada, refeitório e sanitários, os quais não permitem o reuso de água para consumo humano.

Padrão B: Padrão limite estabelecido para uso em torres de resfriamento e lavadores de gases.

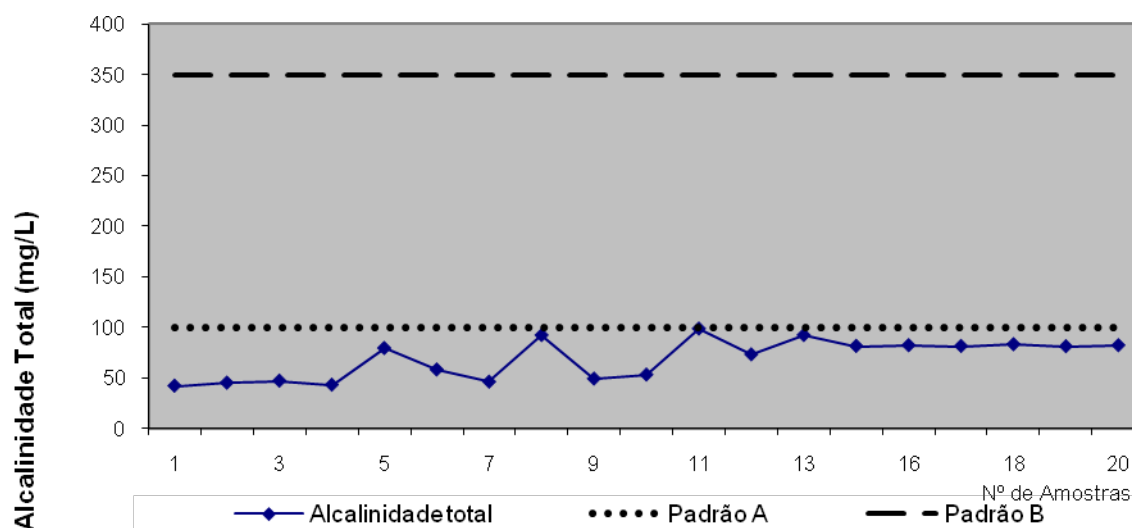


Figura 5: Alcalinidade Total da água de reuso filtrada

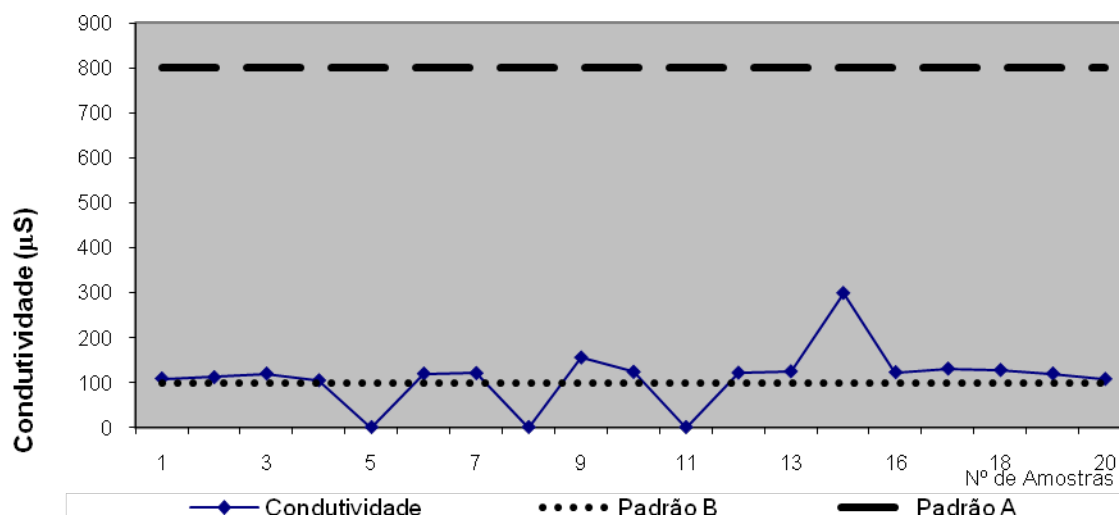


Figura 6: Condutividade da água de reuso filtrada

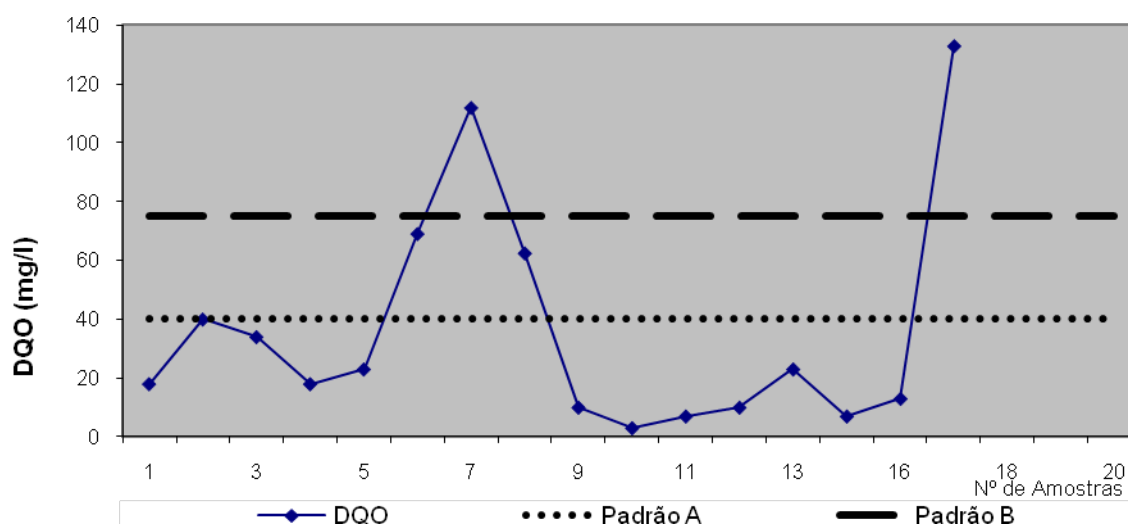


Figura 7: DQO da água de reuso filtrada

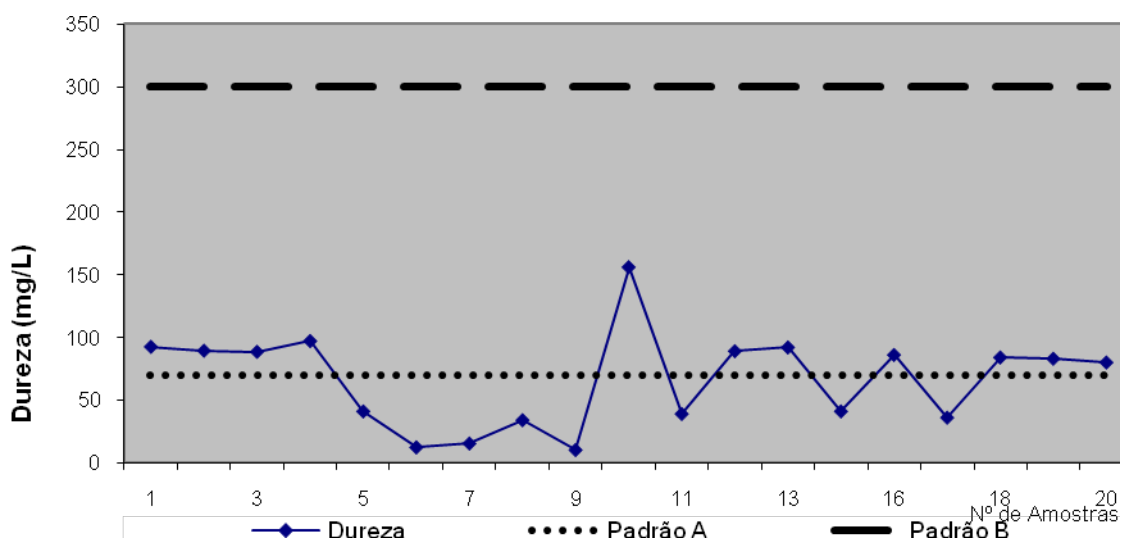


Figura 8: Dureza Total da água de reuso filtrada

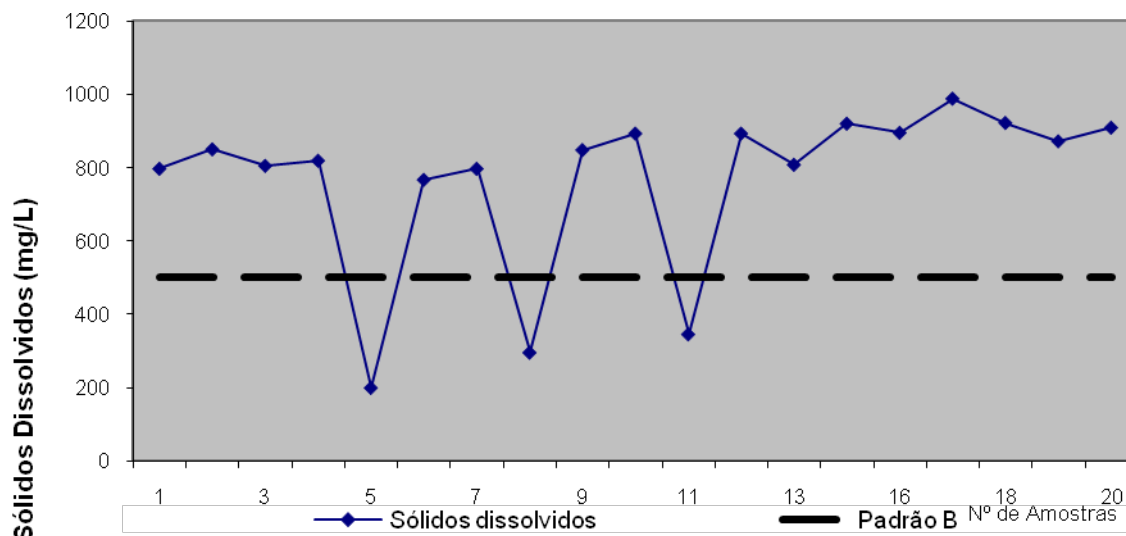


Figura 9: Sólidos Dissolvidos da água de reuso filtrada

Considerando os resultados apresentados nas Figuras 5 à Figura 9, e as evidências constatadas na prática do impacto da qualidade da água aos processos produtivos, optou-se pela utilização da água de reuso apenas nas torres de resfriamento e lavadores de gases.

A Figura 10 apresenta a distribuição das vazões mensais de reuso de água filtrada nos processos referidos.

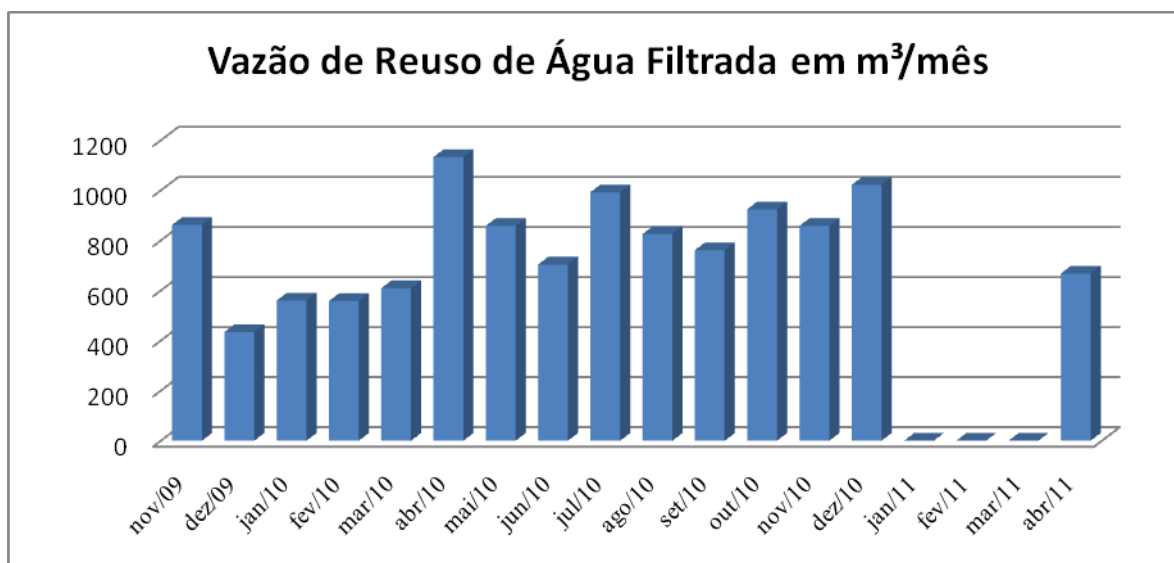


Figura 10: Vazão de reuso de água filtrada

Através do reuso de água filtrada nas torres de resfriamento e lavadores de gases, foi possível economizar em média 784,6 m³/mês, ou 26,2 m³/dia de água que convencionalmente era consumida pelo fornecimento da concessionária municipal de distribuição.

Nos meses de janeiro, fevereiro e março do ano de 2011 não houve fornecimento de água de reuso devido à manutenção dos filtros.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As perdas de água na Empresa estudada ocorrem basicamente devido a vazamentos, desempenho ineficiente de processos e negligência de usuários.

Estas formas de desperdício podem ser minimizadas ou eliminadas com ações focadas em melhorias e reparos na infraestrutura da Fábrica, aquisição de equipamentos economizadores de água e ações focadas na promoção de benefícios aos usuários mediante a elaboração de ações para redução de desperdícios.

A substituição de componentes convencionais por dispositivos economizadores de água se mostra promissora, tendo em vista a redução média de 20,7 m³/dia de perdas de água no refeitório e sanitários da Empresa.

Para a implementação de um sistema de reuso de água é fundamental a disponibilidade de recursos para investimentos em captação, armazenamento, tratamento e distribuição desta água.

Para o reuso da água em lavadores de gases e torres de resfriamento (Padrão B) da Empresa estudada, o filtro de areia de quartzo e antracito de granulometria 0,9 a 1,5 mm apresentou eficiência satisfatória de filtração, na maioria das amostras analisadas, aos níveis requeridos de alcalinidade total, condutividade elétrica, DQO e dureza total da água, porém insatisfatório a maioria das amostras analisadas para sólidos dissolvidos.

A utilização de água de reuso demonstrou ser viável tecnicamente para aplicação em torres de resfriamento e lavadores de gases, não apresentando prejuízos operacionais aos processos abastecidos. O reuso de água nos referidos processos propiciou uma economia média de 26,2 m³/dia de água.

No que se refere ao reuso da água nos demais setores, exceto Cromagem, Refeitório e Sanitários (Padrão A), o filtro de areia de quartzo e antracito de granulometria 0,9 a 1,5 mm apresentou eficiência satisfatória de filtração para a maior parte das amostras analisadas, considerando os níveis requeridos de alcalinidade total e DQO. De forma contrária, demonstrou ser insatisfatório em termos de eficiência de filtração aos padrões necessários de condutividade elétrica e dureza total para a maioria das amostras analisadas.

A utilização de água de reuso não apresentou viabilidade técnica para aplicação nos demais processos produtivos da Empresa, acarretando em problemas de acabamento nos tratamentos superficiais e pintura de peças, bem como na incrustação de canais de máquinas e equipamentos.

A principal dificuldade constatada na implementação do Programa de Gestão Hídrica da empresa estudada foi a de contemplar todos os parâmetros que deveriam ser considerados para avaliação qualitativa da água de reuso em cada demanda, bem como o padrão de cada parâmetro. Por ter sido convencionalmente abastecida com água oriunda da concessionária pública durante anos de produção, a qual garante a qualidade necessária para os processos, jamais existiu na Empresa estudada uma avaliação concreta das condições mínimas de qualidade da água requeridas para cada aplicação industrial.

Sugere-se o desenvolvimento de estudos mais aprofundados na avaliação dos padrões mínimos necessários de qualidade de águas de reuso para o abastecimento dos processos produtivos usualmente realizados no setor metal-mecânico.

Considerando os resultados positivos obtidos pela Empresa estudada diante das ações propostas, recomenda-se o diagnóstico por parte das corporações quanto ao desenvolvimento de programas de gestão hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, R.T. et. al., Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, Vol. II, 1995.
2. HESPANHOL, I. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente Bio, Set. 2004.
3. KELMAN, J. O Estado das Águas no Brasil Vol. 1, 1999.
4. KETTELHUT, J. S. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente Bio, 2001.
5. MIERZWA, J.C. et. al. Manual de Conservação e Reuso de Água Para o Setor Industrial, Vol. 1, 2004.
6. MIERZWA, J.C., HESPANHOL, I. Programa para Gerenciamento de Águas e Efluentes nas Indústrias, Visando ao Uso Racional e à Reutilização, 1999.