



ESTUDO DA VIABILIDADE DE REUSO DA ÁGUA NO PROCESSO DE RESFRIAMENTO DA BORRACHA

Temática do Artigo: Práticas ambientais voltadas para a sustentabilidade.

Regina Diogo¹

Tania Renata Prochnow²

RESUMO: A indústria, por consumir um elevado volume de água em seus processos e ter de tratar os efluentes gerados é um dos setores que mais se preocupa e procura encontrar soluções para o problema da escassez da água. Este trabalho trata de pesquisa para a melhor técnica de reuso da água de resfriamento durante a produção da borracha, visando diminuir os custos de processo e prolongar o tempo de utilização da água. O trabalho apresenta estudo de viabilidade de reuso da água através da implantação de filtros. A confecção de um filtro com vermiculita como meio filtrante e a utilização de outro filtro com cesto em aço inox, foram testados como alternativas de economia da água em uma indústria automotiva da região metropolitana de Porto Alegre. Constatou-se que o filtro de vermiculita apresentou uma eficiência muito grande em relação ao filtro em aço inox, porém algumas variáveis de processo ainda indicam que o filtro em aço inox garante maiores vantagens com o seu uso no tanque industrial.

Palavras-chave: Água. Reuso da água. Filtros. Indústria de borracha.

INTRODUÇÃO

A indústria utiliza a água na maioria de seus processos, gerando um elevado volume de efluentes a ser tratado. Em uma indústria que produz artefatos de borrachas, o uso da água se dá principalmente no resfriamento, durante o processo de fabricação das borrachas e no resfriamento de máquinas injetoras que produzem as peças finais. A conscientização de que é preciso reutilizar as águas de processo vem aumentando, contribuindo não só para economia financeira das indústrias como para a preservação do meio ambiente.

O presente trabalho apresenta um estudo da viabilidade de reuso da água no processo de resfriamento da borracha durante sua fabricação. Foram avaliados dois diferentes tipos de filtros, testados isoladamente na linha de produção, para realizar um estudo de eficiência no tratamento da água utilizada no processo de resfriamento da borracha em uma empresa que fabrica peças para o setor automotivo. A implantação do filtro na linha busca garantir economia de água, diminuindo gastos com o processo e reduzir impactos ambientais no uso da água, tornando-o mais sustentável.

Utilização da água na indústria

A água na indústria pode ter várias aplicações (REBOUÇAS et al, 2004), entre elas:

- matéria-prima: onde a água é incorporada ao produto final, podem ser citadas como exemplo indústrias de bebidas, cosméticos, conservas, entre outras;

1. Bacharel em Química Industrial ginadiogo@gmail.com

2. Drª em Ciências, professora do PPGECIM-ULBRA

Temática do Artigo: Práticas ambientais voltadas para a sustentabilidade.



- como fluido auxiliar: para preparação de soluções químicas, reagentes químicos ou em operações de lavagem;
- para geração de energia: a água é utilizada em estado natural, podendo ser utilizada a água bruta de um rio, lago ou outro sistema de acúmulo;
- como fluido de resfriamento e aquecimento;

O ramo de atividade da indústria, que define as atividades desenvolvidas, determina as características de qualidade da água a ser utilizada, ressaltando-se que em uma mesma indústria podem ser utilizadas águas com diferentes níveis de qualidade. (SILVA, 2011)

Reuso da água

A conservação de água compreende o uso racional da água, que pressupõe o uso eficiente, e o uso de fontes alternativas de água. O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não. A utilização de fontes alternativas de água é, portanto, uma importante medida de racionalização, por evitar a utilização das fontes convencionais de suprimento (mananciais subterrâneos ou superficiais) (GONÇALVES, 2003).

A prática do reuso em sistemas industriais proporciona benefícios ambientais significativos, pois permite que um volume maior de água permaneça disponível para outros usos. Em certas condições, pode reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes. Existem também benefícios econômicos, uma vez que a empresa não acrescenta a seus produtos os custos relativos à cobrança pelo uso da água (MIERZWA et al, 2006).

Os reusos industriais da água incluem água para resfriamento, processamento, alimentação de caldeiras, lavagem, transporte de material, podendo também integrar o produto da indústria, entre outros. Os requisitos de qualidade da água para muitos reusos industriais são função da aplicação específica, sendo impossível de serem generalizados. Aproximadamente 75 % de todo reuso industrial destina-se a refrigeração (CROOK, 1993).

Tratamento da água

Segundo Libânio, 2010, o tratamento de água consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias, aos menores custos de implantação, operação e manutenção, gerando o menor impacto ambiental às áreas



circunvizinhadas. As tecnologias de tratamento disponíveis visam a conciliar estes objetivos e abarcam um conjunto de processos e operações físico-químicos.

O tratamento físico-químico das águas residuárias pode ser obtido pela adição de produtos químicos. A coagulação-floculação envolve diversas reações e mecanismos que resultam na agregação de pequenas partículas em suspensão ou coloidais, o que facilita a separação das mesmas para produção de efluente clarificado. Por outro lado, a precipitação química refere-se à insolubilização de certos poluentes, destacando-se a remoção do fósforo e metais pesados na depuração de águas residuárias. O uso combinado de processos físico-químicos e biológicos permite um efluente com maior regularidade nos parâmetros de qualidade, o que contribui para a proteção da qualidade dos recursos hídricos (GONÇALVES, 2003).

Vermiculita

A geração de efluentes é um dos maiores problemas da indústria, sendo esta a responsável por todo resíduo que gera e pelo seu consequente tratamento. A utilização de materiais não metálicos, encontrados de forma abundante na natureza está sendo uma das saídas para baratear o custo com este tratamento. A vermiculita é um destes minerais, pois absorve grande parte do óleo e outros contaminantes (HORA, 2009).

Segundo França (2002), o termo vermiculita é utilizado para designar comercialmente um grupo de minerais micáceos constituído por cerca de dezenove variedades de silicatos hidratados de magnésio e alumínio, com ferro e outros elementos. O nome vermiculita é deriva do latim *vermiculus* que significa pequeno verme e se deve ao fato de que esse material se expande quando aquecido e suas partículas tomam formas semelhantes a vermes. A vermiculita possui uma série de aplicações, em diversos setores tais como: indústria (isolante térmico e/ou termo acústico, peneira molecular, filtrante, etc.), construção civil (reductor de peso em estruturas de concreto armado, isolante termo acústico para lajes e paredes, etc.), agricultura (condicionador de solos, etc.) e meio ambiente (principalmente na remoção de metais pesados por troca iônica) (HORA, 2009).

Água e Indústria da Borracha

Produtos feitos a partir de matérias-primas do setor de processamento de borracha proporcionam enormes benefícios para os seres humanos, uma vez que são explorados para a fabricação de vários tipos de produtos importantes. A indústria de processamento de borracha



normalmente consome grandes volumes de água e conseqüentemente produz enormes quantidades de resíduos e efluentes, contendo altas concentrações de material orgânico, de sólidos em suspensão e de nitrogênio que, se não forem devidamente tratados e eliminados, podem danificar seriamente o meio ambiente (IYAGBA et al., 2008; SHRUTHI, 2012).

As principais características deste tipo de efluentes são: apresentar cor forte, uma grande quantidade de sólidos em suspensão, um pH muito flutuante, a temperatura elevada, entre outros (MOHAMMADI et al, 2010). Devido a estas características, o tratamento de águas residuais de borracha é um requisito essencial antes que ele seja descartado para o sistema de água natural (IYAGBA et al, 2008). Sem tratamento adequado, a descarga de águas residuais para o meio ambiente pode causar sérias conseqüências. Portanto, é necessário que tecnologias adequadas sejam usadas para o tratamento destas águas residuais (MOHAMMADI et al, 2010).

METODOLOGIA.

O trabalho foi desenvolvido em uma das divisões de uma empresa metalúrgica responsável pela produção de artefatos de borracha para o setor automotivo, localizada na região metropolitana de Porto Alegre.

Processo de fabricação na empresa e problemática do processo

O principal resíduo sólido gerado pela empresa são as rebarbas de borracha retiradas das peças após o processo de vulcanização feito nas injetoras. Os efluentes líquidos gerados são provenientes principalmente da linha de tratamento e pintura de peças metálicas e do tanque de resfriamento no processo de produção das borrachas. Estes efluentes são enviados via tubulação para a estação de tratamento, localizada separadamente, dentro das dependências da empresa. O volume de efluentes tratados mensalmente fica em torno de 410 m³. Deste volume, 65% é composto pelos efluentes com características ácidas e 34% pelos efluentes básicos utilizados na linha de tratamento e pintura de peças metálicas. Apenas 1% dos efluentes é gerado durante a preparação de compostos de borracha, uma vez que o processo exige o uso de água apenas para o resfriamento da mesma, após a homogeneização das matérias primas.

No processo de fabricação da borracha, ocorre à homogeneização das matérias-primas e após, o composto misturado vai para outro processo para obtenção das tiras. Nesta etapa o



composto é cortado em fitas para poder ser utilizado nas injetoras, passando também por um tanque para ser resfriado e receber o *anti-tack*, que serve para evitar a aderência entre as tiras.

O tanque para o resfriamento das tiras possui capacidade para 4.650 L de água, sendo esta trocada semanalmente em função da carga de partículas sólidas, provenientes das matérias-primas usadas na preparação das borrachas, que acabam se acumulando no reservatório. Dentro dele se localiza uma rosca sem fim onde as tiras são colocadas; ao fazerem o movimento circular, passam na água resfriada a uma temperatura média de 20°C.

A água utilizada no tanque entra diretamente da rede de abastecimento público, e é acumulada no tanque. Com o auxílio de uma bomba, ocorre a circulação desta água por um trocador de calor que está acoplado em um chiller (sistema trocador de calor). A água, após passar pelo trocador, volta resfriada para o tanque e promove o resfriamento das tiras de borracha. Com a finalidade de propor melhorias neste processo e prolongar o tempo de utilização desta água, foram desenvolvidas as metodologias e os testes apresentados seguir.

Análise do teor de sólidos totais da água

Dentre os diversos parâmetros de qualidade que podem ser utilizados para a identificação de aplicações no reuso de efluentes, a concentração de Sólidos Totais (ST) é um dos mais adequados.

Durante uma semana, foram tomadas amostras da água do tanque para análise de sólidos totais, em laboratório, acompanhando-se assim, o comportamento da água desde a troca para renovação, até o seu descarte. Foram coletadas e analisadas onze amostras ao longo de três semanas.

Para a análise, cápsulas de porcelana são lavadas e colocadas em estufa a 100°C para secagem por 24 horas. Após, são colocadas em dessecador por 30 minutos para então serem pesadas em balança analítica. Amostras de água do tanque são coletadas com o auxílio de um béquer de 1000 ml. Um volume de 100 ml é medido com proveta e transferido para a cápsula de porcelana. Amostras, em triplicata, são colocadas em estufa a 100°C por 24 horas. Após o período de secagem em estufa, as cápsulas são colocadas em dessecador por 30 minutos e em seguida pesadas em balança analítica.

O cálculo realizado para a determinação de sólidos total presentes nas amostras é:

$$P2 - P1 \times 10000 = \text{teor de sólidos presente na amostra em mg/L}$$

Onde: **P1** = Massa inicial da cápsula de porcelana



P2 = Massa final da cápsula de porcelana, com amostra evaporada após 24 h em estufa.

Testes com filtro com vermiculita

A vermiculita é uma matéria prima utilizada pela empresa na produção de defletores de calor, servindo como isolante térmico e se encontra disponível para utilização na empresa. Um filtro contendo vermiculita como meio filtrante foi produzido artesanalmente, utilizando-se cano de PVC de 40 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro. A fim de se ter apenas vermiculita com uma granulometria de 8 a 14 Mesh, um vibrador de peneiras foi utilizado. Colocou-se em torno de 15 cm de vermiculita peneirada no cano, suportada por um tecido fino (voil) fixado na base. Este filtro foi construído para ser testado quanto à sua eficiência na remoção de partículas totais durante o processo de recirculação da água do tanque de resfriamento.

Antes de ser conectado ao tanque, o filtro passou por testes de bancada. Amostras de água com partículas de sólidos provenientes do processo de preparação da borracha foram retiradas do tanque de resfriamento da produção e passadas no filtro, coletando-se amostras filtradas para análises de sólidos totais. Foram filtradas e analisadas quatro amostras de água do tanque.

Após o teste de bancada, o filtro em teste foi colocado diretamente na linha do tanque de resfriamento, sendo acompanhada sua eficiência com coletas e análises de dez amostras, durante o período em que ficou instalado. O período de testes no tanque foi de duas semanas. Esta água filtrada foi coletada e levada para laboratório para nova determinação de sólidos totais.

Testes com filtro cesto de aço inox

Foi também testado um filtro industrial, em ferro modular, contendo um cesto de aço inox com grau de filtragem de 300 Mesh. Análises do teor de sólidos totais também foram feitas, em amostras coletadas com o uso deste filtro, para avaliar seu rendimento e compará-lo com o filtro artesanal.

Uma alternativa de cesto de aço inox com grau de filtragem de 40 Mesh foi também utilizada para ajustar as necessidades da linha, evitando alterações na vazão de entrada de água recirculada, sendo igualmente coletadas e analisadas as amostras de água tratadas por este processo.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados como resultados nesse estudo são baseados na análise de teor de sólidos totais. Dessa forma, os resultados serão apresentados em seções, seguindo a sequência em que foram realizados.

Teor de Sólidos Totais Água de abastecimento

A água utilizada no tanque de resfriamento é fornecida por empresa de abastecimento público. O teor de sólidos da água de entrada no tanque foi analisado, sendo o valor encontrado igual a 76 mg/L. Este valor fica bem abaixo dos valores encontrados inicialmente no tanque, o que pode indicar que a limpeza do mesmo não é eficientemente realizada entre uma semana e outra depois de esgotado para renovação da água.

Teor de Sólidos Totais na Água Bruta trocada semanalmente

Inicialmente foi analisado o teor de sólidos da água bruta no tanque, ou seja, da água do tanque onde as tiras de borrachas são resfriadas antes do início do processo de tratamento, sendo que a mesma será utilizada durante o período de uma semana.

No processo normal da linha, o tanque de água é limpo e enchido com a água da rede de abastecimento na segunda feira. A borracha que é produzida passa no tanque para fins de resfriamento e posterior envio para as máquinas injetoras. Na sexta feira a água do tanque é descartada para a estação de tratamento da empresa.

Os resultados encontrados mostram que os valores vão aumentando com a utilização do tanque, evidenciando que, durante o processo, a borracha deixa partículas sólidas na água quando sofre o resfriamento.

Teor de Sólidos totais na Água Bruta com duas semanas de uso contínuo

Para fins de comparação com a proposta de implantação dos dois tipos de filtros, foi solicitado para os responsáveis pela troca semanal de água do tanque, que a água não fosse trocada e que permanecesse por um período contínuo de duas semanas. A Tabela 1 mostra os resultados de teor de sólidos para a água utilizada continuamente por duas semanas, cujas variações podem ser observadas na Figura 1.



Tabela 1: Resultados teor de sólidos água bruta, 2 semanas de uso contínuo.

Data coleta da água	Concentração de sólidos totais (mg/L)
29/04	129
30/04	135
02/05	144
03/05	157
06/05	166
07/05	178
08/05	187
09/05	198
10/05	216
Média	167,7

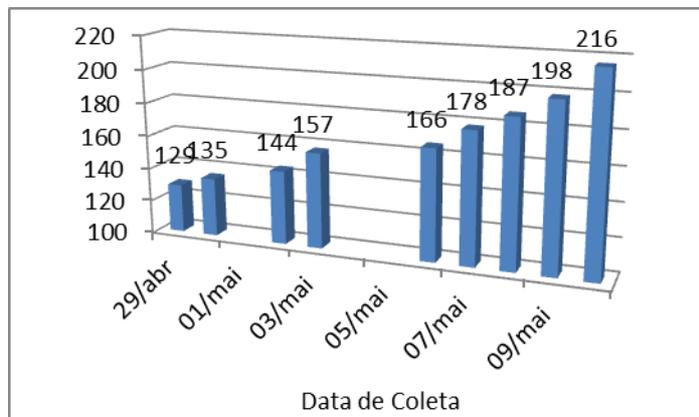


Figura 1: Teor de sólidos da água bruta com duas semanas de uso contínuo.

Os valores obtidos na análise demonstram que a quantidade de sólido que fica presente na água ao final de duas semanas sem a troca da água é muito maior comparado aos valores de sólidos totais encontrados ao final de uma semana de uso da água do tanque.

Constata-se que se não houver nenhum tipo de tratamento a concentração de partículas aumenta bastante e acaba por dificultar a limpeza do tanque ao final do período de duas semanas.

Água filtrada em filtro de vermiculita no laboratório (teste de bancada).

A água bruta do tanque foi coletada para ser passada no filtro confeccionado com vermiculita como meio filtrante, a fim de verificar sua eficiência e a possibilidade de colocá-lo em linha de produção.

Foram realizadas análises de ST antes da filtração e após a filtração, calculando-se a porcentagem de redução de ST, para estudo de eficiência. Os testes realizados em laboratório com o filtro de vermiculita como meio filtrante mostraram que o mesmo tem uma eficiência média de 7% para eliminar as partículas sólidas presentes na água.

Teor de sólidos na água filtrada em filtro de vermiculita colocado na linha

Após os testes realizados em bancada com o filtro de vermiculita, o mesmo foi colocado na linha diretamente e novas análises foram realizadas para acompanhamento.

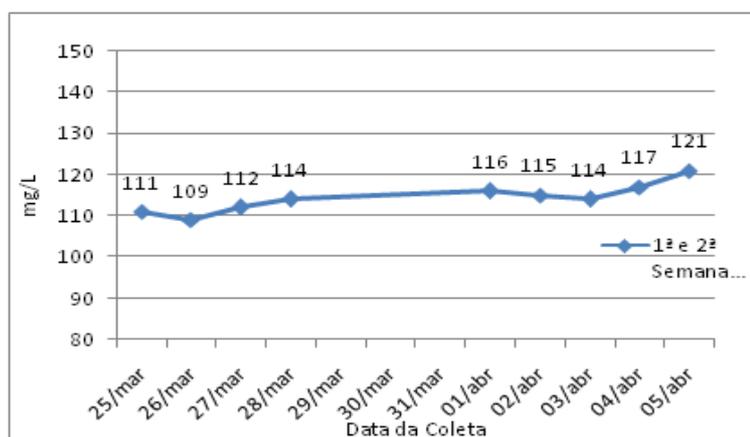
O filtro foi mantido em linha durante duas semanas, sem troca de água, mantendo a média de ST em 113,5 mg/L (excluindo a última leitura). No final da segunda semana, o filtro já deu indícios de saturação, tendo o teor de ST elevado para 121 mg/L (Tabela 2 e Figura 2).



Tabela 2: Teor de sólidos totais água filtrada em filtro de vermiculita diretamente na linha durante duas semanas de

Data coleta	Concentração de sólidos totais (mg/L)
25/03	111
26/03	109
27/03	112
28/03	114
01/04	116
02/04	115
03/04	114
04/04	117
05/04	121
Média	114

Figura 2: Teor de sólidos da água filtrada com filtro de vermiculita colocado diretamente na linha.



Comparando a Figura 2 com a Figura 1 é possível evidenciar que a utilização do filtro em linha apresenta uma boa eficiência, uma vez que os valores de sólidos totais encontrados ao final das duas semanas ficaram com valores bem abaixo dos encontrados na água bruta, chegando a um percentual de redução médio de 32%.

Entretanto, uma variável que prejudicou a utilização deste filtro na linha foi a perda de velocidade de vazão na linha. Como a linha possui sistema fechado, onde a água depois de passar pelo trocador de calor volta para o tanque tendo uma alta vazão de entrada no mesmo, ao instalar o filtro confeccionado com vermiculita, a vazão de entrada foi aos poucos diminuindo e chegando ao final de duas semanas muito abaixo do normal tendo que, por este motivo, ser retirado.

Outra problemática que a utilização deste tipo de filtro apresenta é a troca do meio filtrante após certo período de tempo, uma vez que os sólidos ficam retidos na vermiculita e esta necessita ser trocada para que a eficiência do filtro seja garantida. Como a vermiculita é um sólido granular, quando saturada, gera resíduo sólido com contaminantes de origem industrial que necessita de estudos para ser descartado adequadamente ou ter possibilidade de reutilização.

Teor de sólidos na água filtrada em filtros cesto colocados na linha



O filtro cesto utilizado primeiramente foi um com 300 Mesh de abertura, ou seja, malha bem fechada. Por esse motivo, as partículas sólidas presentes na água de resfriamento da borracha acabaram retidas nas paredes do filtro de forma que o mesmo acabou entupindo muito rapidamente e a vazão de entrada da recirculação da água foi baixando constantemente durante o primeiro dia de utilização, tornando-se inviável a sua utilização no processo.

Os resultados encontrados para o teor de sólidos das amostras de água filtrada com filtro de 300 Mesh mostram uma redução considerável nos valores de sólidos presentes em uma semana de uso. Percebe-se redução média de 43,6% no teor de sólidos para o período de 5 dias de uso mas, em função de sua rápida saturação, o mesmo foi retirado após este período. Após sua retirada, foi testado um filtro cesto de 40 Mesh durante um período de duas semanas, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Teor de sólidos totais na água filtrada em filtro cesto de 40 Mesh em duas semanas de uso.

Data coleta e filtragem da água	Concentração de sólidos totais (mg/L)
13/05	121
14/05	122
15/05	125
16/05	141
17/05	147
20/05	161
21/05	165
22/05	167
23/05	168
24/05	174
Média	149,1

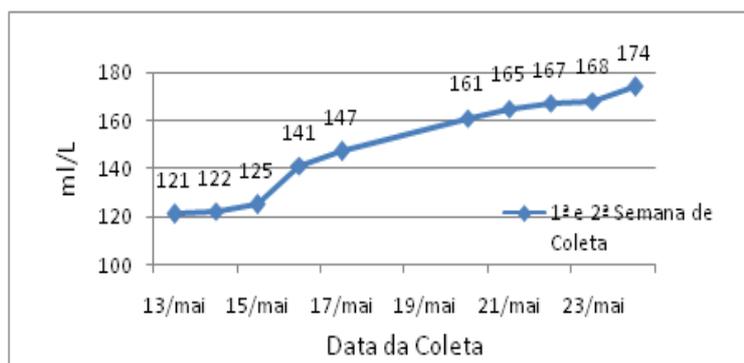


Figura 3: Teor de sólidos na água filtrada com Filtro cesto de 40 Mesh.

Comparando a Figura 3 com as Figuras 1 e 2, é possível concluir que o uso de filtro cesto apresentou uma eficiência média de 11% na remoção de ST do processo, em duas semanas de uso; esta eficiência média é, porém, bem inferior ao filtro de vermiculita, cuja média foi de 32%. Após a instalação do filtro cesto de 40 Mesh, a vazão de entrada da água recirculada não sofreu alterações e o mesmo pode ser deixado na linha, porém, a cada dois dias foi constatada a necessidade de limpeza do cesto para que a vazão permanecesse normal, uma vez que ao ser passada as tiras de borracha na água as partículas sólidas presentes depositavam-se no tanque e conseqüentemente com a recirculação ficavam retidas no cesto. As partículas sólidas retidas no cesto foram descartas no resíduo contaminado, que é enviado posteriormente para a empresa Pró-Ambiente, responsável pela destinação final do mesmo.



Comparativo entre Filtro de vermiculita e Filtro cesto de 40 Mesh

Após a utilização dos dois filtros no processo de resfriamento das tiras de borracha, foi visto que ambos acabam melhorando o processo possibilitando que, no mínimo por duas semanas, a água possa ser mantida sem troca. O filtro de vermiculita tem um melhor resultado nos valores de redução de teor de sólidos, porém a vazão de recirculação da água diminui significativamente. Com o filtro cesto ocorre uma maior facilidade de operação na sua limpeza, uma vez que o mesmo pode ser facilmente retirado e limpo, quando se percebe que a vazão de recirculação do tanque diminui.

CONCLUSÃO

A proposta do trabalho realizado foi diminuir o volume de efluentes gerados durante o processo de resfriamento na produção de borrachas reutilizando a água do tanque. Após os testes de implantação dos três filtros, foi possível concluir que, durante duas semanas, a mesma água pode ser reaproveitada.

Com a utilização em linha, o filtro cesto em aço inox de 40 Mesh, selecionado em função da sua compatibilidade de vazão e facilidade de limpeza, diminui pela metade o volume de água utilizado e o efluente gerado, gerando uma economia para a empresa e para o ambiente.

Embora os resultados encontrados para o filtro cesto de 300 Mesh e o filtro de vermiculita demonstrassem maior eficiência na remoção de ST, sua interferência na vazão da água circulante impediu sua utilização. Outro aspecto importante é a maior geração de resíduos sólidos quando ocorre a saturação do filtro de vermiculita. Constatou-se, durante o estudo, que as partículas sólidas presentes no tanque podem variar de uma semana para outra, uma vez que a produção não apresenta quantidades constantes semanais de borrachas produzidas e que a composição das mesmas é muito variada, o que acaba por afetar o tipo e a concentração de ST presentes na água.

Com o decorrer do trabalho, foi possível observar que a água do processo possui partículas sólidas muito finas e que para uma reutilização ainda mais eficiente desta água, se pode testar a colocação do filtro de 40 Mesh em série com o filtro de 300 Mesh. Uma vez firmada a ideia de que é necessário diminuir e reutilizar a água nos processos industriais, vão surgindo ações que contribuem com isto, tanto da parte das direções das empresas quanto dos



próprios funcionários diretamente envolvidos. É importante pensarmos que aquilo que se reduz hoje, será preservado para as gerações futuras, amenizando assim, todos os impactos feitos pelo homem no meio ambiente e proporcionando um modo de vida mais sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CROOK, J.; SANTOS, H. F. **Crerios de qualidade da água para reuso**. São Paulo, USP, 1993.

FRANÇA, S. C. A.; LUZ, A. B.. **Utilização da Vermiculita como Adsorvente de Compostos Orgânicos Poluentes da Indústria do Petróleo**. CTEM, CTEC. Rio de Janeiro, 2002.

GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, p. 352, 2003.

HORA, P. H. A. **Tratamento de águas residuárias através de argila modificada**. Instituto Federal e Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB; Belém, 2009.

IYAGBA M. A.; ADOKI A.; SOKARI T.G. **Testing biological methods to treat rubber effluent**. African Journal of Agricultural Research Vol. 3 (6), pp. 448-454, Junho, 2008.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010. p. 135.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, RODRIGUES, L. D. B.; SILVA, M. C. C. **Manual de Conservação e Reuso de água na Indústria**. Rio de Janeiro: DIM, 2006.

MOHAMMADI M.; CHE MAN H.; HASSAN M.; LAI YEE P. **Treatment of wastewater from rubber industry in Malaysia**. African Journal of Biotechnology Vol. 9(38), pp. 6233-6243, 20 September, 2010.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora. 2004. 688 p.

SHRUTHI S.; RAGHAVENDRA M. P.; SWARNA SMITHA H. S.; GIRISH K. **Bioremediation of rubber processing industry effluent by *Pseudomonas* sp.** International Journal of Research in Environmental Science and Technology. 2(2): 27-30, 2012.

SILVA, D. J. P. **Programa de conservação e reuso da água – PCRA**. Manual de orientações para o setor industrial. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.