

REUSO DA ÁGUA DE CHUVA EM DEPÓSITO DE SUCATA: AVALIAÇÃO DO PROCESSO EM UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA DO VALE DO PARAÍBA PAULISTA

Felipe dos Santos Azevedo¹, Ana Cabanas², Nelson Gonçalves Prianti Junior³

^{1,2}Universidade de Taubaté, Programa de Pós-Graduação em Gestão de Resíduos Industriais, Urbanos e Rurais, felipe.azevedo@gerdau.com.br, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Desenvolvimento Regional, Rua Visconde do Rio Branco, 210, Centro, 12200-000, Taubaté, SP, anacabanas@uol.com.br

³Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Av. Albert Einstein, 951, Centro, 13083-852, Campinas, SP, nelsonprianti@uol.com.br

Resumo- A preocupação com o meio ambiente em âmbito organizacional envolve políticas e condutas incorporadas em atividades produtivas ou procedimentos que visem à minimização de impactos sobre a natureza. Nesse contexto, o objetivo deste estudo descritivo foi analisar os processos de captação e tratamento da água de chuva proveniente da baía de cavacos de uma planta de indústria siderúrgica do Vale do Paraíba Paulista. Os resultados indicam que não há controle efetivo do processo de tratamento da água de reuso, tampouco análise efetiva da qualidade. A avaliação é realizada apenas por melhoria da coloração aparente e ausência visual de óleos e graxas. Entretanto, observou-se que a água tratada – cor de 350,0 uC e turbidez de 153,0 uT – não deveria ser lançada num manancial de Classe 2, conforme disposto na Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Concluiu-se que somente mediante análise minuciosa, normalização de procedimentos operacionais e controle, a indústria siderúrgica poderá promover a melhoria das condições de controle do processo de tratamento, promovendo com segurança e sem prejuízo ao meio ambiente um eficiente reuso da água de chuva.

Palavras-chave: Água de chuva. Óleo. Metal. Tratamento. Reuso.

Área do Conhecimento: Engenharias.

Introdução

Mundialmente, vários são os fatores que influenciam a crise ambiental vivenciada desde o século XX. Há o crescimento populacional, a demanda de energia e materiais, bem como a geração de resíduos. O Brasil, por suas dimensões continentais e diversidade geográfica, enfatizam Cabanas *et al.* (2006), é afetado pela escassez hídrica e pela degradação de poluentes de origem doméstica, industrial e agrícola.

Em contrapartida, alerta Oliveira, W.L. (1988), que a maioria dos países promove esforços no combate à poluição visando à proteção da qualidade do meio ambiente, manutenção da saúde do ser humano e preservação de recursos naturais. Complementa Scharf (2004) que, alicerçados no conceito de desenvolvimento sustentável e legislações ambientais, os governos Federal, Estadual e Municipal têm implementado políticas públicas, procurando atender às necessidades de desenvolvimento e preservação em benefício à sociedade.

Por conseguinte, as empresas têm alterado políticas no sentido de refletir a responsabilidade social. Incorporam em suas atividades produtivas, procedimentos em busca da minimização de impactos ambientais, redução de emissões de poluentes, análise do ciclo de vida de produtos.

Advoga Libâneo (2005) que, os cuidados com a disposição de resíduos sólidos, a manutenção dos recursos hídricos e a minimização de emissões poluentes devem ser encaradas pelas organizações como procedimentos indispensáveis. No caso do aço, acredita Prianti Júnior (2004) que, a atividade de reciclagem é extremamente benéfica para o meio ambiente. Uma tonelada de aço produzido com sucata consome apenas um terço da energia que é utilizada para gerar a mesma quantidade de aço a partir do minério de ferro.

Para o reuso da água, Hespanhol (2002) como Meltacaf e Eddy (1991) enfatizam que se deve ater a segurança para o fim pretendido, uma vez que a *World Health Organization* (WHO, 2008) recomenda a reutilização para fins não potáveis ou de uso potável indireto. Contudo, verifica-se a necessidade da implantação de limites e a possibilidade da utilização da tecnologia para minimizar, e até mesmo reverter situações críticas dos sistemas ambientais, por intermédio de medidas preventivas e corretivas.

Metodologia

Este estudo é descritivo, visto que se pretendeu analisar o processo de captação e tratamento da água de chuva proveniente da baía de cavacos de uma planta de indústria siderúrgica

no Vale do Paraíba Paulista (VPP), impregnada de óleo, antes disposta diretamente no solo.

Esta unidade siderúrgica é a principal produtora de aços longos do Continente Americano. Este tipo de material ferroso, produto mais reciclado do mundo, é proveniente, em grande parte de objetos já inservíveis para a sociedade, denominadas sucatas de obsolescências (refrigeradores, fogões, latas para acondicionamento de produtos diversos e carcaças de automóveis).

Em março de 2008, foram realizadas análises físico-químicas da água de chuva antes da entrada no processo e na saída do tratamento. Utilizaram-se metodologias descritas (Tabela 1) no *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* de Greenberg, Trussell e Clesceri (1998) e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb, 1998).

Tabela 1 – Metodologias para análise

PARÂMETRO	METODOLOGIA DA ANÁLISE
Coletas de amostras	Cetesb (1998)
Cor aparente (uC)	2120 C <i>Spectrophotometric Method</i>
Turbidez (uT)	2130 – B
pH	4500 – H + B
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	Titulometria
Ferro dissolvido (mg/L Fe)	3030E; 3110 e 3111B
Sólidos tot. diss.	2540 – B/C/D
Alumínio diss. (mg/L Al)	3030E; 3110; 3113B e 3111D
Fluoreto total (mg/L F)	4500 F-C
Óleos e graxas	
Condutividade elétrica (µS/cm)	

Resultados

Atualmente, são consumidos cerca de dois milhões de toneladas de sucata ferrosa em todo o grupo siderúrgico. Parte dessa sucata passa por depósito para a triagem e beneficiamento, seguindo, posteriormente, para a usina. Toda a sucata é transformada em aço para atender a demanda da indústria, agropecuária e construção civil. Ao reduzir o volume de lixo ferroso em aterros de lixo, auxilia na conservação do meio ambiente, gerando empregos em toda a cadeia, e, conseqüentemente, contribuindo com a sociedade.

No depósito de sucata da unidade em estudo, ocorre o recebimento e a reciclagem de materiais ferrosos. Dentre as etapas no processo estão: recebimento, classificação, segregação, beneficiamento, carregamento para consumo final. Não ocorre a produção do aço.

Verificou-se que, no depósito estudado, antes das mudanças ocorridas no pátio, o material era disposto diretamente no solo. Não havia uma

separação física entre os materiais ferrosos e os cavacos impregnados de óleo (Figura 1).

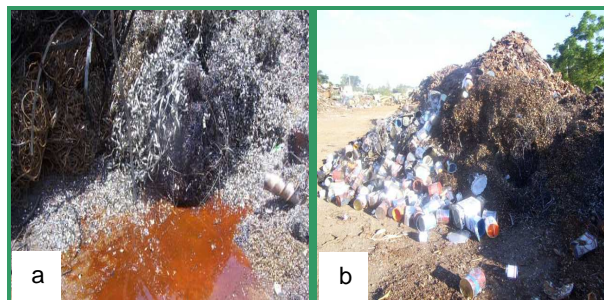


Figura 1 – Cavaco com óleo impregnando o solo do pátio (a); baía de estocagem de material ferroso (b)

No que tange ao material ferroso, a siderúrgica considerou que esse material causava impacto significativo no solo. Porém, quanto ao cavaco que vem impregnado com óleo solúvel, foi considerado que sua presença poderia impactar o solo do local, podendo afetar o lençol freático.

Além do impacto direto no solo, em época de chuvas, o óleo solúvel contido nos cavacos pode ser carregado através do escoamento superficial da água, espalhando-se pelo pátio, atingindo um córrego localizado nas proximidades da baía de estocagem.

Objetivando um melhor condicionamento desse material que seria impactante, a siderúrgica projetou modificações na forma de estocagem desse material. Construiu-se uma baía pavimentada (Figura 2) para a contenção do material impregnado, de forma que, no período de chuvas, a lavagem que ocorreria no cavaco, liberando óleo, fosse contida em local específico para posterior tratamento.



Figura 2 – Pósconcretagem da baía

Com a efetiva baía, pode-se fazer o tratamento da água de chuva coletada do pátio. Esse projeto de tratamento foi concebido por técnicos de uma empresa de saneamento da cidade de Jundiaí (SP), a fim de possibilitar o reuso

da água tratada para a umidificação do pátio de terra e quando não necessária, seria descartada na rede coletora de esgoto local.

Instalou-se um tanque cilíndrico, confeccionado em aço carbono, na área de contenção, ao lado da baia de cavacos (Figura 3).

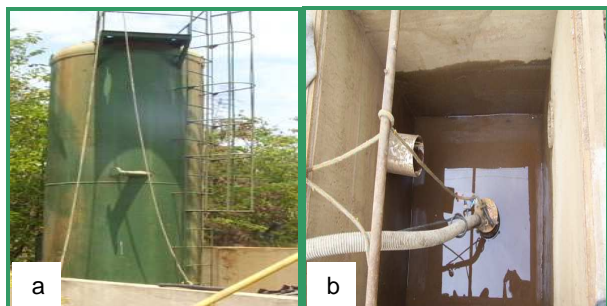


Figura 3 – Tanque de tratamento (a); Fosso de recebimento da água de chuva (b)

A água é captada na baia através de canaletas de escoamento, aflui a um fosso de concreto com profundidade aproximada de 1,5 m; água é recalçada por uma bomba tipo sapo instalada na parte inferior do fosso. Esse tanque cilíndrico com capacidade de 15 mil litros, altura de 6,50 m e abertura na parte superior – em que são adicionados os produtos químicos para o devido tratamento. Instalou-se um alarme sonoro para alertar quando a capacidade de armazenamento atingisse 80% do volume, podendo, assim, iniciar o tratamento da água.

Essa adição é decorrente da parte superior do tanque, propiciando a formação de uma borra, que na verdade é um precipitado do óleo com a mistura de produtos químicos em decantação durante 24 horas. Este tratamento consiste na adição de quantidades pré-estabelecidas sulfato de alumínio (5 kg) e cal hidratado (20 kg) para cada cinco mil litros de água captada.

A implantação do tratamento da água de chuva que escoar pela baia de cavacos, segundo informações da siderúrgica, reduziu o uso da água tratada proveniente da rede de abastecimento local, que anteriormente era utilizada para umidificação do pátio.

Em consonância com a siderúrgica, as modificações possibilitaram que a água de chuva com óleo, depois de tratada, fosse reutilizada em umidificação da baia de sucata, irrigação de jardins e encaminhada à rede coletora de efluentes, facilitando o tratamento final de efluentes de competência do poder público municipal.

De acordo com o teste da água de chuva tratada, realizado neste estudo, composto por amostras de água proveniente do pátio e pós-tratamento (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados da análise da água de chuva impregnada de óleo

Parâmetro/Unid	Padrões Classe 2 (vr máx)	Afluente tratamento	Efluente tratamento
		Mar/08	Mar/08
Cor aparente (uC)	75	1.000,0	350,0
Turbidez (uT)	100	303,7	153,0
pH	6,0 - 9,0	8,6	11,6
Alcalinidade OH (mg/L CaCO ₃)	-	0,0	212,0
Alcalinidade CO ₃ (mg/L CaCO ₃)	-	20,0	178,0
Alcalinidade HCO ₃ (mg/L CaCO ₃)	-	92,0	0,0
Ferro (mg/L Fe)	0,3	6,65	2,25
Fluoreto total (mg/L F)	1,4	1,92	1,36
Alumínio diss. (mg/L Al)	0,1	0,17	0,41
Óleos e graxas	Virtualment e ausentes		
Condutividade elétrica	-	570,0	1.890,0

Discussão

O estudo evidenciou que a implantação das modificações estruturais para o correto acondicionamento do cavaco impregnado de óleo do pátio da siderúrgica, trouxe como benefício a não infiltração de óleo no solo. A coleta e o tratamento da água de chuva do pátio, além da redução do uso de água potável, possibilitaram a separação dos resíduos do tratamento, viabilizando a segregação destes resíduos para posterior destinação final.

Entretanto, baseando-se em Di Bernardo e Dantas (2005), a siderúrgica não tem um controle efetivo do processo de tratamento da água, tampouco realiza análises para a verificação da qualidade da água de reuso. O tratamento é avaliado unicamente pela verificação da melhoria da cor aparente e ausência visual de óleos e graxas.

Os resultados analíticos apontam para uma melhora de cor aparente e turbidez. Houve falha, ao se confiar no tratamento aplicado, como sendo adequado, pois ao se avaliar a qualidade da água final, registraram-se cor de 350,0 uC e turbidez de 153,0 uT. O que significa que não deverias ser lançada num manancial de Classe 2 (BRASIL, 2005).

Verificou-se um aumento excessivo do pH final da água a ser utilizada no reuso, com conseqüente aparecimento de alcalinidade por hidróxidos e carbonatos. Observou-se também um aumento significativo da condutividade elétrica, demonstrando assim um acréscimo da quantidade de substâncias dissolvidas.

O índice elevado de pH indica que a amostra final da água não se enquadra nos padrões estabelecidos de lançamento de efluentes em sistema público de esgoto, pelo Art. 19-A, do

Decreto nº 8.468/1976 do Estado de São Paulo (MATTIO, 1997), bem como no que se refere ao pH de lançamento entre 5 conforme § 4º da Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Conclusão

A pesquisa revela que as medidas adotadas na siderurgia trouxeram benefícios efetivos ao meio ambiente devido à minimização das interferências ambientais diretas dos processos e a possibilidade de redução da contaminação do solo pelo óleo, além do reuso da água de chuva, culminando em menor consumo. Todavia, verifica-se a necessidade de modificações no processo de tratamento da água de reutilização. Essas mudanças podem ser desde dosagens de produtos químicos no atual processo até a reavaliação de uma alteração mais significativa no processo, por exemplo, a implantação de um sistema físico de retenção dos rejeitos oleosos, o que possibilitaria menores transformações na qualidade química da água final.

Acredita-se que quaisquer alterações devem ser necessariamente precedidas de testes em bancada, verificando-se melhores dosagens de sulfato de alumínio e a quantidade ideal de cal hidratado, objetivando-se, desta maneira, a adequação do pH e alcalinidade pós-tratamento, ou ainda, alteração do projeto implantado, com o intuito de adequar a água aos padrões especificados por legislações vigentes. Nesse contexto, recomenda-se efetiva implantação de procedimentos operacionais padronizados, tanto para o controle do processo quanto para o monitoramento da qualidade final da água.

Essas implantações devem ser precedidas de um treinamento adequado do pessoal operacional, vislumbrando o entendimento tanto dos processos quanto dos padrões a serem atingidos. Por isso, ressalta-se que apenas depois da realização das propostas poderá propiciar melhoria das condições de controle do processo de tratamento, da normalização de procedimentos operacionais e controle, ou seja, seria possível um efetivo reuso da água de chuva, com segurança e sem prejuízo ao meio ambiente.

Referências

- BRANCO, S.M. **Hidrologia aplicada à Engenharia Sanitária**. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1978.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº357/2005**. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 13 mar. 2008.

- CABANAS, A. et al. Custo de uso da água Rio Paraíba do Sul Paulista. In: **VI Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação**. Realizado pela Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, 2006.

- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1998. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2008.

- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. São Carlos: RiMa, 2005.

- GREENBERG, A.E.; TRUSSELL, R.R. CLESCERI, L.S. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Alpha: Washington, 1998.

- HESPANHOL, I. Água e saneamento básico. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2002.

- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

- MATTIO, J.A. Reuso de água industrial. **Rev. Sabesp**. n.174, nov./dez. 1993.

- METCALF; EDDY. **Wastewater engineering treatment and reuse**. MacGraw Hill: Boston, 1991.

- OLIVEIRA, S.L. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira, 2004.

- OLIVEIRA, W.E. Resíduos sólidos e limpeza pública. In: FUNDACENTRO. **Saneamento do meio**. São Paulo, 1988.

- PRIANTI JUNIOR, N. G. **Influência da vazão do Rio Paraíba do Sul em parâmetros físico-químicos e seus efeitos na tratabilidade da água para consumo humano**. 2004. 80f. Monografia (Especialização) – Gestão de Recursos Hídricos e Manejo de Bacias Hidrográficas. Universidade de Taubaté. Taubaté, 2004.

- SCHARF, R. **Manual de negócios sustentáveis**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2004.

- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Recommendation about reutilization of water**. Disponível em: <http://www.who.org>. Acesso em: 13 mar. 2008.