

**ESTUDOS QUALITATIVOS EM LIXÃO DESATIVADO INSTALADO EM  
ÁREA DE AFLORAMENTO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI**

Marjolly Priscilla Shinzato<sup>1</sup> & Edson Cezar Wendland<sup>2</sup>

**Resumo** – Uma das metas elencadas pela ONU para o desenvolvimento do milênio é reduzir a proporção da população sem acesso à água potável e ao saneamento básico. Nesse sentido, enfatiza-se que a disposição final dos resíduos tem interferência direta sobre a qualidade das águas. Sob uma visão crítica, as questões de saneamento muitas vezes são tratadas separadamente das questões hidrológicas ou hidrogeológicas. Contudo, estudos sobre a contaminação de aquíferos por depósitos de resíduos forçam a reunião de conhecimentos multidisciplinares. Assim, este trabalho avaliou as características qualitativas de um perfil do lixão desativado de São Carlos, SP, instalado sobre área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani. As análises das frações sólida e líquida demonstram que, após 16 anos, o lixão ainda é uma fonte potencialmente poluidora às águas subterrâneas, pois armazena elevadas concentrações de poluentes no interior da porção solo-lixo-chorume.

**Palavras-chave** – Áreas degradadas; Poluição; Águas subterrâneas.

**Abstract** – One of the UN's Millennium Development Goals is to reduce the proportion of people without access to safe drinking water and basic sanitation. It is emphasized that the waste disposal has direct interference on water quality. Under a critical, issues of sanitation are often treated separately from hydrological and hydrogeological issues. However, studies on the aquifers contamination by waste deposits force the meeting of multidisciplinary knowledge. Therefore, this study evaluated the qualitative characteristics of a profile of an abandoned waste dump of São Carlos, SP, installed on the outcrop area of the Guarani Aquifer System. The analysis of solid and liquid fractions showed that the abandoned waste dump is still a potentially polluting groundwater, even after 16 years, because it stores high concentrations of pollutants inside portion of soil-waste-leachate.

**Keywords** – Degraded areas; Pollution; Groundwater.

<sup>1</sup>) Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP), CxP 359, CEP 13560-970, São Carlos-SP, [marjollyps@gmail.com](mailto:marjollyps@gmail.com)

<sup>2</sup>) EESC-USP, CxP 359, CEP 13560-970, São Carlos-SP, (16) 3373-9541, FAX (16) 3373-9550, [ew@sc.usp.br](mailto:ew@sc.usp.br)

## **INTRODUÇÃO**

Como consequência de sucessivas falhas políticas e administrativas dos municípios, algumas vezes devido ao desconhecimento das limitações do meio ambiente, existem milhares de depósitos de resíduos urbanos (RSU) instalados em áreas bastante vulneráveis a contaminação das águas, como é o caso do antigo lixão do município de São Carlos/SP, instalado sobre uma área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG). Assim, essa problemática tem atraído interesse da sociedade, aumentando a quantidade de estudos sobre a contaminação das águas subterrâneas. Porém, por ser uma preocupação recente, o conhecimento sobre os mecanismos envolvidos na contaminação do solo e da água por lixiviados desses depósitos ainda não está consolidado. O desenvolvimento de estudos em lixões pode resultar em informações que assegurariam a interpretação de um problema real. Portanto, este artigo mostra os resultados de trabalhos de campo desenvolvidos no depósito de RSU supracitado, onde foram verificadas as características qualitativas do corpo de um depósito de resíduo antigo e desativado, a fim de levantar dados sobre o potencial de contaminação dessa área às águas subterrâneas do SAG.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Em junho e julho de 2011, um poço cacimba foi instalado na porção central do corpo do lixão desativado de São Carlos. Este depósito de resíduos esteve ativo de 1980 a 1996. O poço, de 7m de profundidade, foi escavado manualmente durante 21 dias, revestido por anéis de concreto armado com diâmetro de 1,5m e 0,5m de altura. A escavação manual permitiu a conferência da composição de um dos perfis do lixão, como também foi possível a coleta individual de amostras líquidas (chorume imóvel armazenado no corpo do lixão) e sólidas (resíduos aterrados não-degradados) ao longo do perfil do lixão. A datação das camadas foi realizada pela leitura de rótulos de embalagens de alimentos, revistas e jornais em bom estado de conservação. As amostras sólidas foram submetidas a ensaios de solubilização, conforme a NBR 10006 (ABNT, 2004b). Todos os extratos de solubilização, juntamente com as amostras líquidas brutas (chorume imóvel) foram submetidos a análises de parâmetros físico-químicos, respeitando-se o tempo e o modo de conservação das mesmas. Os procedimentos de preservação de amostra, bem como as metodologias analíticas, seguiram os critérios adotados pela APHA (1998) e USEPA (2001).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nos 7m do perfil escavado foram encontradas 4 camadas de cobertura e 4 camadas de resíduos depositadas nos anos de 1985, 1991, 1994 e 1995. Em 12,3m<sup>3</sup> de volume retirado deste perfil, da maior para a menor frequência de material aterrado, encontrou-se plástico, mistura pastosa indefinida, madeira, papel, vidro, tecido, metal e outros sólidos. Observou-se que a idade dos

resíduos influencia efetivamente no estado de conservação dos resíduos aterrados, pois o conteúdo sólido da camada depositada em 1985 encontrava-se mais desconfigurado do que o conteúdo da camada de 1995. Os resultados físico-químicos estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Intervalo de parâmetros físico-químicos de 14 amostras de extratos de solubilização de resíduos aterrados e de 14 amostras brutas de chorume imóvel armazenado no corpo do lixão desativado de São Carlos-SP

Parâmetro	VP***	Extrato de solubilização	Chorume imóvel	Parâmetro	VP***	Extrato de solubilização	Chorume imóvel
pH	-	7,7 - 8,1	7,7 - 8,9	Potássio**	-	213,1 - 235,1	227,7 - 801,0
Alcalinidade total**	-	2154,0 - 2252,0	2734,0 - 10352,0	Magnésio**	-	38,8 - 39,3	28,9 - 707,0
DBO**	-	399,0 - 1333,0	2088,0 - 16004,0	Manganês**	0,1	<b>0,4 - 0,5</b>	0,9 - 38,3
DQO**	-	756,0 - 1432,0	5260,0 - 47800,0	Alumínio**	0,2	<b>5,9 - 8,2</b>	29,1 - 595,5
Sulfato**	-	0	0	Ferro**	0,3	<b>29,3 - 29,9</b>	61,0 - 4668,0
Fosfato**	-	3,1 - 3,4	4,8 - 42,3	Zinco**	5,0	0,6 - 1,4	6,0 - 65,1
COT**	-	86,2 - 961,0	894,0 - 2721,0	Cobre**	2,0	0,1	0,5 - 8,2
NTK (Kjeldahl)**	-	317,4 - 329,6	463,9 - 2612,5	Cádmio**	0,005	<b>0 - 0,1</b>	0,1 - 0,3
N amoniacal**	-	152,6 - 170,9	149,6 - 1.751,2	Chumbo**	0,01	<b>0,3 - 0,5</b>	1,1 - 16,0
Nitrito**	-	5,0	3,4 - 18,5	Cromo**	0,05	<b>0,2</b>	0,5 - 15,8
Nitrato**	10,0	0	0	Níquel**	-	0,3 - 0,4	0,4 - 3,3
Estrôncio**	-	0,3	0,3 - 2,6	Prata**	0,05	0	0 - 0,1
Bário**	0,7	0	0 - 9,4	Cobalto**	-	0,1	0,1 - 1,2
Cálcio**	-	294,0 - 300,0	294,0 - 1605,0	Condutividade Elétrica***	-	4,8 - 5,1	4,4 - 15,3
Sódio**	200,0	<b>257,8 - 320,1</b>	264,8 - 1118,1				

\*VP: valor limite para resíduo inerte, segundo Anexo G da NBR 10004 (ABNT, 2004) \*\*concentração em mg/l \*\*\*concentração em µS/cm

A massa sólida do antigo lixão de São Carlos-SP possui concentrações de compostos orgânicos e inorgânicos bem menores que as concentrações do chorume imóvel. Mas do ponto de vista de classificação, as concentrações de Na, Mn, Al, Fe, Cd, Pb e Cr apresentaram-se acima dos valores limites do anexo G da NBR 10004 (ABNT, 2004a), o que classifica os resíduos aterrados como não-inertes. Portanto, os resíduos antigos ainda apresentam potencial para liberação (lixiviação ou solubilização) de poluentes para o meio. No entanto, as amostras de chorume imóvel chamaram mais atenção, pois apresentaram concentrações de poluentes muito maiores do que os valores tabelados em literatura (Chian e DeWalle, 1976, 1977 *apud* Qasim e Chiang, 1994; Ehrig, 1989), os quais são usados para previsão da composição de lixiviados que drenam de aterros antigos. De acordo com estes valores tabelados, os lixiviados antigos apresentam baixas concentrações de poluentes, sugerindo que aterros antigos são áreas de pouco ou nenhum risco para o meio ambiente. Porém, através da amostragem e da análise dos materiais aterrados em um lixão antigo, foi possível encontrar um componente do corpo do lixão pouco estudado, uma fração líquida de pouca mobilidade (chorume imóvel) com alto potencial poluidor ao meio ambiente.

## CONCLUSÃO

A fração sólida que compõe o corpo do lixão foi classificada como não-inerte, atuando como fonte primária de poluentes. Por outro lado, ela forma uma barreira física responsável pelo armazenamento de grandes quantidades de chorume imóvel, e portanto, os resíduos sólidos não-degradados (materiais plásticos principalmente) evita o lançamento de elevadas concentrações de

poluentes para o meio ambiente. As características do chorume imóvel armazenado no interior do lixão trouxeram preocupação, diante dos inúmeros lixões e aterros espalhados pelo país, pois ficou demonstrado que apesar do depósito de resíduos investigado estar desativado há 16 anos, quando o depósito deveria apresentar baixas concentrações de poluentes devido ao tempo de maturação dos resíduos, existe ainda uma quantidade significativa de poluentes no seu interior, que podem ser mobilizados frente a variações nas condições ambientais da região (precipitação, estiagem, temperatura). A avaliação do conteúdo dos depósitos de resíduos é bastante importante para estimar as reações e o comportamento dos poluentes no contexto geológico dessas áreas “problema” e no contexto das mudanças climáticas. De maneira geral, como o SAG está cada vez mais requisitado como fonte de água para abastecimento público e demais usos, deve-se evitar que os poluentes gerados por atividades antrópicas contaminem suas águas subterrâneas.

## **AGRADECIMENTOS**

Esta pesquisa contou com recursos humanos e financeiros do Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), do CNPq, da FAPESP, do CNRD (Centre for Natural Resources and Development) e da Fachhochschule Köln (Alemanha). Agradecemos a todos por cada contribuição.

## **BIBLIOGRAFIA**

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2004a. NBR-10004: *Resíduos sólidos - Classificação*. Rio de Janeiro, 77p.

\_\_\_\_\_. 2004b. NBR-10006: *Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 6p.

APHA - American Public Health Association, 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19<sup>a</sup> ed. Washington DC: American Water Works Association and Water Environment Federation, 1268p.

EHRIG, H.J., 1989. Leachate quality in Sanitary Landfilling: Process, Technology, and Environ. Impact. In: Christensen, T.H., Cossu, R., Stegman, R., (Eds.), Academic Press, New York.

QASIN, S. R., CHIANG, W., 1994. Sanitary Landfill Leachate: Generation, Control and Treatment. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.

USEPA - United States Environmental Protection Agency, 2001. *Test methods for evaluating solid waste, physical/chemical methods*. Disponível em: [www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/sw846](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/sw846)