



Avaliação da qualidade de água superficial e transporte de fósforo em solo do Aterro Invernadinha, Passo Fundo-RS

Rubens Marcon Astolfi¹, Evanisa F. R. Quevedo Melo², Leonardo C. de Andrade³

¹ Acadêmico de Engenharia Ambiental/BIC Fapergs/ Universidade de Passo Fundo
(rubensastolfi@hotmail.com)

² Professora Doutora/Engenharia Ambiental/ Universidade de Passo Fundo
(evanisa@upf.br)

³ Acadêmico de Engenharia Ambiental/ Universidade de Passo Fundo
(leonardocapeletoandrade@yahoo.com.br)

Resumo

Os lixões e aterros controlados são as formas mais comuns de disposição de resíduos sólidos urbanos no país. Essas formas de disposição se tornam grandes passivos ambientais com o passar do tempo podendo contaminar o solo, ar, e águas subterrâneas e superficiais. A maior fonte de contaminação de águas é o lixiviado, o qual percola pelo solo, atingindo galerias hídricas. O objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade da água superficial próximo a área do Aterro Invernadinha, antiga área de disposição de resíduos sólidos de Passo Fundo, RS e avaliar o transporte do fósforo no solo, verificando a possibilidade de infiltração da solução do solo proveniente de lavouras. Realizaram-se análises das águas superficiais próximas ao aterro avaliando-se os parâmetros de DBO₅, DQO, Fósforo, Nitrogênio e pH. Os resultados foram comparados com a resolução CONAMA 357/05. O ensaio de lixiviação de fósforo foi realizado pela metodologia de coluna estática. Os resultados mostraram que a água superficial encontra-se alterada com relação ao fósforo em todos os pontos de análise, inclusive na nascente. O ensaio de lixiviação de fósforo demonstrou que o solo possui boa capacidade de retenção do elemento, descartando a possibilidade da contaminação ser por infiltração da solução do solo da lavoura situada a montante do aterro, sendo necessária a realização de estudos para verificar a possibilidade da contaminação por escoamento superficial.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos, Contaminação de águas superficiais, Fósforo.

Área Temática: Tema 12 – Impactos Ambientais

Abstract

The controlled dumps and landfills are the most common forms of disposal of solid waste in Brazil. These forms of disposal become major environmental liabilities over time and can contaminate soil, air and groundwater and surface water. Largest source of contamination is the leachate, which percolates through the soil to reach water galleries. The research aimed to evaluate the quality of surface water close to the landfill Invernadinha, old area of solid waste disposal in Passo Fundo, RS and evaluate the transport of phosphorus in the soil, including the possibility of infiltration of the soil solution from farming upstream. Analyses of surface water near the landfill evaluating the parameters of BOD₅, COD, phosphorus, nitrogen and pH. The results were compared with CONAMA 357/05 resolution. The test for phosphorous leaching was executed by methodology of static head. The results showed that surface water is altered with respect to the phosphorus at all points of analysis, including the nascent. Phosphorous leaching test showed that the soil has good capacity to retain the element, eliminating the possibility of contamination is by infiltration of the soil solution of



the farming upstream of the landfill, requiring the studies to verify the possibility of contamination by runoff.

Key words: Solid Waste, Contamination of surface water, Phosphorus.

Theme Area: Theme 12 – Environmental Impact

1 Introdução

Os resíduos gerados atualmente são um grande problema quando destinados de forma incorreta como em lixões, podendo ser de grande potencial poluidor tanto de solo, águas superficiais e subterrâneas, pelos lixiviados formados pela decomposição dos resíduos dispostos e também causando odores e proliferação de vetores (TRESOLDI, 1998). Uma das técnicas adotada para dispor esses resíduos são os lixões a céu aberto que segundo o IBGE (2000) 63,6% dos municípios brasileiros utilizam lixões e 32,2%, aterros adequados (13,8% sanitários, 18,4% aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos. Os lixões são uma forma inadequada de disposição de resíduos porque não possuem as condições que um bom aterro sanitário deve possuir que segundo Oliveira e Jucá (2004), são sistemas de impermeabilização (*liners*) devido à elevada carga de poluentes que podem estar presentes nas demais formas de contaminações oriundas da decomposição dos resíduos. Esses sistemas têm papel importante na impermeabilização e retenção do fluxo dos poluentes e são constituídos de mantas de geossintéticos impermeáveis associadas às camadas de solo compactado.

A contaminação de solo e água ocorre devido a lixiviação de um líquido contendo altas cargas de contaminante originado da decomposição dos resíduos. Esse líquido quando puro é chamado chorume e é constituído basicamente por água rica em sais, metais pesados, fósforo, nitrogênio e matéria orgânica, podendo a concentração dessa última chegar a níveis de até 100 vezes o valor da concentração de matéria orgânica em esgotos domésticos. As concentrações desses constituintes no lixiviado que é o chorume dissolvido em água muitas vezes proveniente das precipitações variam de acordo com a composição dos próprios resíduos sólidos depositados e com as condições ambientais como a umidade, o oxigênio disponível, a temperatura e o pH do meio (COSTA, 2002; BELTRÃO *et al.*, 2005).

Segundo Reyes-López *et al.* (2008), a contaminação de águas subterrâneas pode ocorrer a até 80 metros de distância de um aterro. A água superficial no entorno do aterro de resíduos sólidos denominado Invernadinha e de uma lavoura, apresenta elevados teores de fósforo, sendo uma possível origem da contaminação a lixiviação do fósforo adicionados na lavoura. De acordo com Pellegrini (2005) o incremento de fósforo e sedimentos dos ambientes aquáticos são alterados pelo aumento de lavours na margem dos rios. Segundo Wiethölter (2003), uma vez aplicado o fertilizante ao solo, o fósforo pode ser absorvido pela planta ou indisponibilizado. Essas perdas podem ocorrer por processos de escoamento superficial, lixiviação, erosão e volatilização.

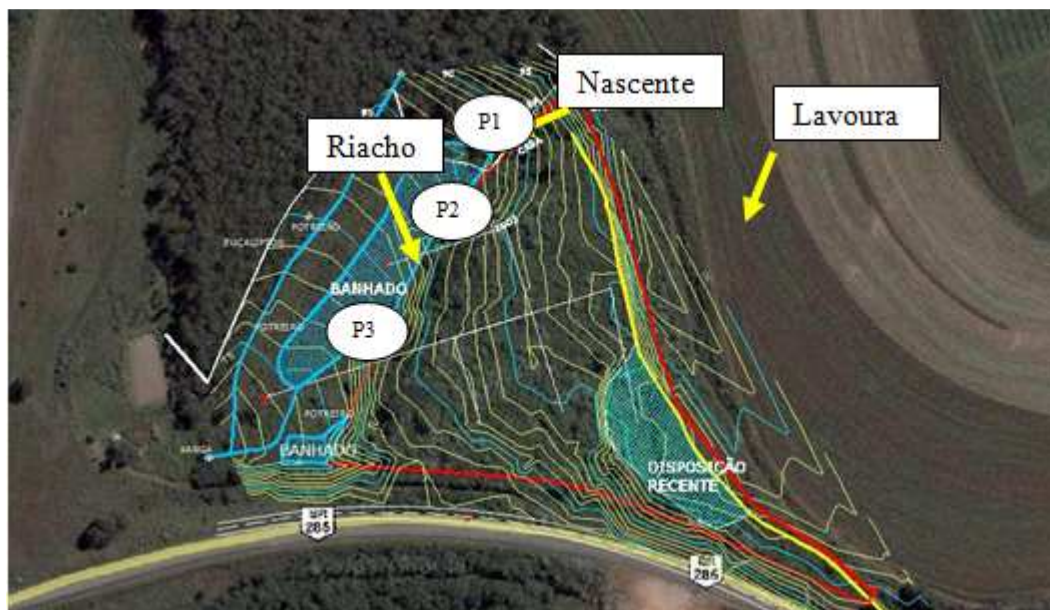
O objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade da água superficial próximo a área do aterro e avaliar o transporte do elemento fósforo no solo, verificando a possibilidade de infiltração da solução do solo proveniente de lavours.



2 Metodologia

2.1 Caracterização da área

A área conhecida como “Invernadinha” serviu oficialmente das décadas de 1970 à 1980 como local de disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município de Passo Fundo / RS, situa-se junto a BR-285, entre o Campus da Universidade de Passo Fundo (UPF) e a Embrapa-Trigo, com área correspondente a 50.985,67m².



P1 - Nascente próxima ao Aterro (menos de 50 m);

P2 - Riacho proveniente do P1, à aproximadamente 30 m deste;

P3 - Localizado no riacho que corta o banhado próximo ao Aterro

Figura 1 Área do aterro Invernadinha e pontos de coleta de água (adaptado do Google Earth.)

O riacho que passa ao lado da área de disposição é formado por uma nascente que verte também muito próximo ao aterro, e a montante do aterro há uma lavoura.

2.2 Solo

O solo utilizado para o ensaio de lixiviação de fósforo é um solo natural da área, o qual não possui contaminação oriunda dos resíduos sólidos. Ele foi extraído da área do Aterro Invernadinha. A classificação do solo, segundo Embrapa (1999), é de um Latossolo Vermelho distrófico típico e algumas características físico-químicas estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Características físico-químicas

Parâmetros	Valores
Argila (%)	67,3
Silte (%)	9,6
Areia fina (%)	18,1
Areia Média (%)	5
pH H ₂ O	4,9
pH KCl	3,8
MO (%)	0,8
CTC (cmolc.dm ³)	17,4



De acordo com a tabela 1, a diferença do pH em água e em KCl é negativa (em torno de -0,8) o que proporciona ao solo um incremento de cargas negativas e conseqüente de retenção de cátions, como os metais pesados. A granulometria do solo, visualizada na tabela 1, caracteriza um solo silto-argiloso o qual, por ser um Latossolo, possui granulometria fina, estrutura granular, é profundo e bem drenado. O solo de cobertura do aterro encontra-se contaminado por metais tóxicos (ASTOLFI *et al.*, 2008).

2.3 Análise das águas superficiais

O monitoramento da água foi realizado nas amostras coletadas em pontos próximo ao aterro, sendo Ponto 1 (P1) - Nascente próxima ao Aterro (menos de 50 m); Ponto 2 (P2) - Riacho proveniente do P1, à aproximadamente 30 m deste; Ponto 3 (P3) - Localizado no riacho que corta o banhado próximo ao Aterro, os pontos estão apresentados na figura 1. As análises foram realizadas em três períodos no ano de 2008, sendo denominados A1, A2, A3. Os parâmetros analisados foram, DBO, DQO fósforo total, nitrogênio total e pH. As análises físico-químicas de água foram efetuadas pelo Laboratório de Controle de Efluentes (LACE) da UPF. As análises seguiram a metodologia de rotina APHA (1995). Os resultados foram comparadas seguindo os parâmetros da Resolução CONAMA 357/05, onde levou-se em consideração as amostras como Classe 2, devido ao riacho não ter classificação oficial, sendo aconselhável a comparação com essa classe.

2.4 Ensaio de lixiviação de fósforo

Realizaram-se ensaios de coluna estática adaptado da norma ASTM, 1995 com o solo do talude do aterro para verificar o possível transporte do contaminante fósforo por lixiviação da lavoura para uma nascente, devido os teores de P encontrados (Andrade e Melo, 2008) estarem acima dos padrões recomendados. As concentrações da solução contaminante utilizada para o ensaio de coluna foram quatro, T1- Valor genérico tipicamente usado em lavouras para adubação na região de Passo Fundo/RS (145,2 mg/l) de KH_2PO_4 ; T2- Extrapolação em 2 vezes (290,4 mg/l) e T3- Extrapolação em 3 vezes (435,6 mg/l), N- Sem contaminante, a solução contaminante utilizada foi de um litro por corpo de prova (CP). Os corpos de prova utilizados no ensaio foram feitos na forma amolgada com a mesma densidade natural de campo, utilizando-se um quilograma por CP. A impermeabilização nas paredes do PVC utilizado para fazer o ensaio foi feita com bentonita para evitar um fluxo preferencial do contaminante. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico típico com densidade natural de $1,67\text{kg/dm}^3$. Os ensaios foram realizados em triplicata para cada tratamento e o percolado encaminhado para o Laboratório de Controle de Efluentes (LACE) da UPF.



Figura 2 – Nascente do riacho e ensaio de lixiviação de fósforo

3 Resultados e Discussões

3.1 Análises de águas superficiais

As análises de águas superficiais apresentaram contaminação por fósforo nas três análises realizadas. No ponto 3 em duas análises a DBO5 está alterada também, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Resultado da análise de água nos pontos de amostragem

Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			Res. 357
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	
DBO5 (mg/L)	0,5	0,4	1,28	0,8	0,6	0,28	2,5	13,6	19,6	5
DQO (mg/L)	1,2	0,8	3,51	2,4	1,3	1,32	6,9	4,8	48,2	-
<i>Fósforo (mg/L)</i>	<u>0,18</u>	<u>0,06</u>	<u>0,18</u>	<u>0,21</u>	<u>0,29</u>	<u>0,09</u>	<u>0,29</u>	<u>0,38</u>	<u>1,05</u>	<u>0,03</u>
Nitrogênio(mg/L)	1,18	N.D.	0,64	0,85	N.D.	0,43	1,28	2,32	2,48	3,7
pH	6,58	6,53	5,93	6,54	6,69	6,06	6,6	7,78	6,36	6,0 – 9,0

A qualidade de água pelos parâmetros analisados obedeceriam a resolução CONAMA 357/05 na classe 2, em todos os parâmetros menos no parâmetro fósforo onde até mesmo no P1 que é a nascente se encontra alterada por esse parâmetro, e em DBO que em dois momentos apresenta-se elevada provavelmente devido a enxurradas que carearam grande quantidade de matéria orgânica para a água.

A contaminação por fósforo pode ser proveniente da lavoura localizada a montante da nascente ou do aterro. A idéia de a contaminação ocorrer por infiltração da lavoura foi avaliada pelo ensaio de lixiviação de fósforo onde os resultados são apresentados no item seguinte.



3.2 Ensaio de Lixiviação de fósforo

Os resultados do ensaio de lixiviação de fósforo encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de lixiviação de fósforo

Tratamentos	Percolado (mg/L)
T1	N.D.
	N.D.
	<0,05
T2	N.D.
	N.D.
	N.D.
T3	N.D.
	N.D.
	N.D.
N	ND.

ND – não detectável pelo método;

T1- Valor genérico tipicamente usado em lavouras (145,2 mg/l) de KH_2PO_4 ;

T2- Extrapolação em 2 vezes (290,4 mg/l) T3- Extrapolação em 3 vezes (435,6 mg/l);

N- Sem contaminante.

Os resultados da análise do percolado demonstram que o solo adsorveu todo o fósforo adicionado em todas as amostras menos em uma repetição do T1 possivelmente por falha na execução do ensaio. A retenção do fósforo ocorreu devido o solo ser um Latossolo Vermelho distrófico típico o qual é rico em óxidos de ferro. O fosfato é quimiossorvido nos óxidos por um mecanismo de ligação bidentada, que é uma adsorção aniônica específica e tem uma baixa solubilidade o que facilitaria um escoamento superficial desse ânion. O fósforo por ter essas propriedades fica adsorvido então em qualquer solo que possua óxidos de ferro, a quantidade de retenção é proporcional à quantidade de óxidos de ferro que o solo possua, sendo assim independente de cargas. Desse modo, a possibilidade da contaminação por lixiviação de fósforo da lavoura ficaria limitada ao escoamento superficial, qual será testada futuramente em calhas de coleta do escoamento superficial (MEURER, 2006).

4 Conclusão

A água superficial próxima ao aterro encontra-se contaminada pelo elemento fósforo.

O ensaio de lixiviação de fósforo demonstrou que o solo tem uma grande capacidade de adsorver o fósforo, eliminando a hipótese de a contaminação ser por infiltração da solução do solo das lavouras a montante.

O monitoramento da área deve ser constante e é necessário realizar trabalhos futuros para verificar a possibilidade de contaminação por escoamento superficial.



5 Referências

ANDRADE, L. C.; MELO, E. F. R. Q. **Investigação da contaminação de recursos hídricos por fósforo proveniente da adubação agrícola.** In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO E GESTÃO AMBIENTAL - SIMPOSUL, 3, 2008, Santa Cruz do Sul, 2008.

APHA - **American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater.** 18.ed. Springfield: Bru-El Graphic, 1995. 368p.

ASTM, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1995. **Standard Test Method for leaching solid material in a column apparatus: D4874.** Philadelphia. 8 p.

ASTOLFI R. M., et al. **Monitoramento da contaminação residual do solo de um antigo aterro de Passo Fundo – RS,** In: 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, Out. de 2008.

BELTRÃO, K. G. Q. B. Sistema de barreira bio-química como alternativa de tratamento para chorume em aterros sanitários. In: c, 23. **Anais...**Campo Grande-MS, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU n° 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68.

COSTA, P. O. S. **Avaliação em laboratório, do transporte de contaminantes no solo do aterro sanitário de Sauipe/BA.** Tese Mestrado Engenharia Civil, PUC-RIO, 2002.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo.** Brasília: EMBRAPA, 1999, 412p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico,** 2000.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo.** 3ª ed. Porto Alegre: Evangraf. 2006.

OLIVEIRA, F. J. S.; JUCÁ, J. F. T. (2004) Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. **Engenharia sanitária e ambiental**, v.9, n.3, p. 211-217.

PELLEGRINI, J. B. R. **Fósforo na água e no sedimento na microbacia hidrográfica do Arroio Lino-Agudo, RS.** Dissertação de mestrado em ciência do solo. Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

REYES-LÓPEZ, J. A. et al. **Assessment of Groundwater Contamination by Landfill Leachate: a case in México.** In: Waste Management 28, S33-S39, 2008.

TRESSOLDI, M.; CONSONI, A. J. **Disposição de resíduos.** In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Norton Alves de. **Geologia de engenharia.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p. 343-360.



2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

WIETHÖLTER, S. **Fósforo no solo e a cultura do trigo**. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Pedro, SP. Anais... São Pedro, SP, 2003.