



## Monitoramento da contaminação residual do solo de um antigo aterro de Passo Fundo – RS

**Rubens Marcon Astolfi <sup>1</sup>, Vagner Schuler Berté <sup>2</sup>, Gabriel Cavelhão <sup>3</sup>,  
Evanisa F. R. Q. Melo <sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo  
([rubensastolfi@hotmail.com](mailto:rubensastolfi@hotmail.com))

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo  
([vagnerberte@gmail.com](mailto:vagnerberte@gmail.com))

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo  
([cavelhao@yahoo.com.br](mailto:cavelhao@yahoo.com.br))

<sup>4</sup> Professora do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo  
([evanisa@upf.br](mailto:evanisa@upf.br))

### Resumo

Esta pesquisa apresenta os teores de contaminação de um solo de uma antiga área de disposição de resíduos sólidos do município de Passo Fundo-RS, denominado “Invernadinha”, e a sua capacidade de atenuação natural, qualitativa e quantitativamente, o qual recebeu diversos tipos de resíduos sólidos gerados neste município variando de industriais, domésticos e até hospitalares. Objetivou-se analisar a contaminação residual de uma antiga área de disposição de resíduos sólidos. A área foi dividida em três locais de estudo de acordo com o tempo de disposição desses resíduos: Branco que é a testemunha ou área sem disposição, Área de disposição Recente (ADR) e Área de disposição Antiga (ADA). Foram realizadas análises de metais, química, microbiológica e ensaio de respirometria. Verificou-se que na ADA há maior contaminação com metais do que na ADR. Quanto à decomposição da matéria orgânica observou-se que a ADA liberou mais CO<sub>2</sub> do que o Branco.

Palavras-chave: Contaminação de solos. Resíduos Sólidos. Evolução do CO<sub>2</sub>.

Área Temática: Resíduos Sólidos.

### 1. Introdução

Os resíduos gerados pela população vêm se tornando com o passar do tempo uma preocupação maior para as autoridades, o principal desafio é dar destino correto a esses rejeitos, um destino nem tanto correto que vem sendo adotado é o uso de lixões, ou aterros não controlados. As consequências dessas atitudes são facilmente identificadas e percebidas pelas populações que vivem aos arredores desses locais. Os principais problemas gerados, segundo Tressoldi (1998), são: a proliferação de vetores de doença, geração de maus odores e, contaminação do solo, das águas subterâneas e da biota, pelos lixiviados resultantes do processo de decomposição dos resíduos, são alguns exemplos do que acontece na maioria dos municípios brasileiros.

Se o local não atende os requisitos legais e não possui a qualidade que um bom aterro controlado deve ter, certamente problemas irão acontecer inclusive à contaminação do solo, que é o enfoque desse estudo. A forma mais sujeita de contaminação pode ocorrer através do lixiviado resultante da decomposição, que leva compostos tóxicos em solução, como os metais. Solos possuem características únicas quando comparados aos outros componentes da



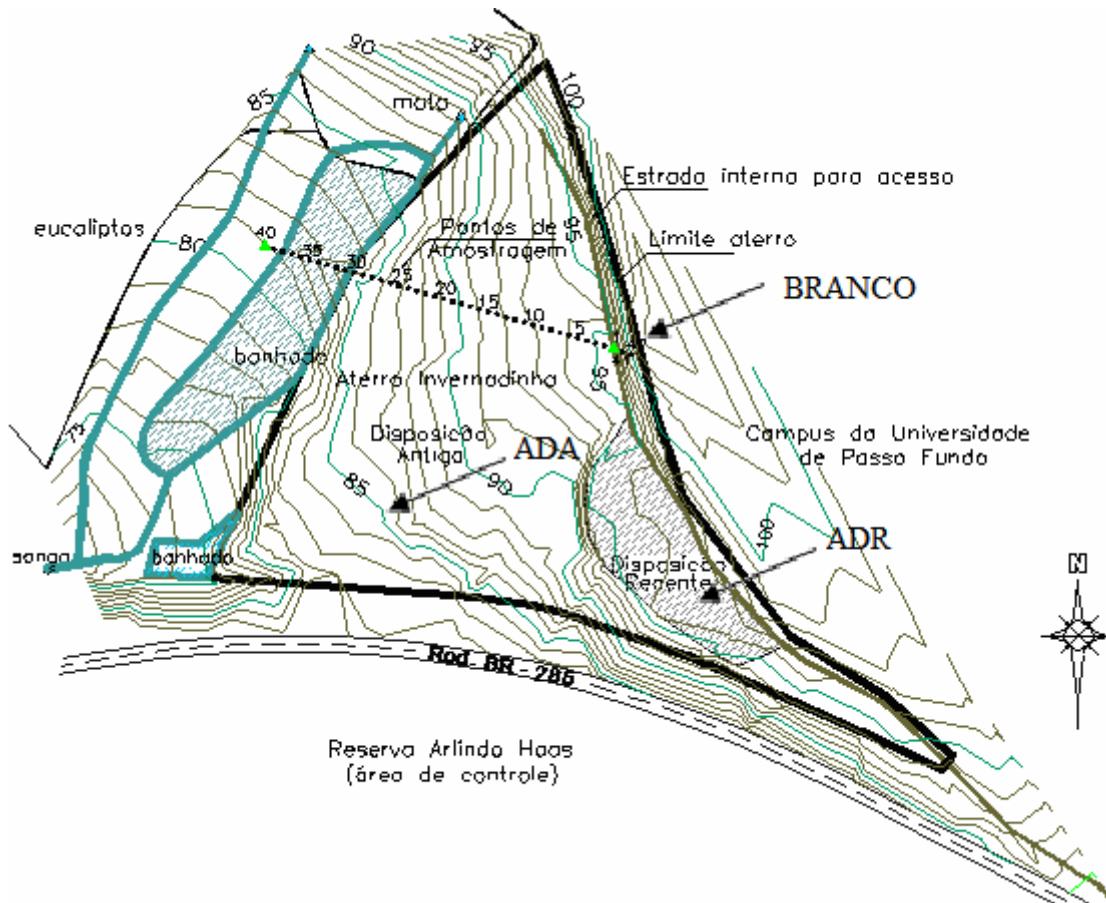
biosfera (ar, água e biota), pois se apresentam não apenas como um dreno para contaminantes, mas também como um tampão natural, que controla o transporte de elementos químicos e outras substâncias para a atmosfera, hidrosfera e biota (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001).

A contaminação do solo acontece sempre que são adicionadas substâncias estranhas no mesmo, e direta ou indiretamente esta poluindo a água, o ar, a vegetação da área e proximidades. Se tornado uma preocupação ambiental, uma vez que, geralmente, interfere no ambiente global da área afetada (solo, águas superficiais e subterrâneas, ar, fauna e vegetação), podendo mesmo estar na origem de problemas de saúde pública. Segundo Guilherme (1999), especialmente na década de 90, a poluição do solo tem merecido especial atenção, sendo mundialmente reconhecida como um problema que pode representar sérios riscos à saúde humana e à qualidade do meio ambiente.

A recuperação ambiental de locais de disposição de resíduos sólidos é outro desafio o qual a maneira mais utilizada é a recuperação natural dessas áreas, pelos altos custos dos métodos convencionais utilizados na recuperação. Para isso é importante um monitoramento, destes locais, e avaliar a progressão dessa contaminação com o tempo, que é o objetivo desse trabalho.

## 2. Metodologia

O aterro Invernadinha situa-se junto a BR-285, entre o Campus da Universidade de Passo Fundo e a Embrapa-Trigo, com área correspondente a 50.985,67m<sup>2</sup>. O monitoramento do solo foi realizado com amostras coletadas em três áreas do aterro: 1. Branco (área sem disposição); 2. Área de Disposição Recente (ADR); 3. Área de Disposição Antiga (ADA); (Figura 1).





# 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

Figura 1 – Mapa da Área do Aterro Invernadinha

As coletas de solo foram feitas com uma pá de corte, a uma profundidade de 0-0,2 m, e acondicionadas em sacos plásticos, fracionado por quarteamento pelo método (DAER DNER – PRO 199/96).

Foram realizadas as análises de metais para os três pontos da área em dois períodos no ano de 2008, o qual pôde se comparar com outros estudos realizados na área anteriormente. Também foi realizada análise química do solo nos três pontos, análise microbiológica na ADA e monitoramento da evolução de CO<sub>2</sub> por respirometria na ADA e no branco.

A análise de metais seguiu o método 3050B da U.S Environmental Protection Agency (EPA,1996) e os resultados foram comparados com os valores orientadores da CETESB (2005), analisaram-se os seguintes metais: Ni, Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Co. A análise química foi realizada segundo Tedesco (1995) avaliando-se argila, pH, Matéria Orgânica (MO), CTC, macro e micronutrientes, entre outros. As análises microbiológicas foram realizadas somente na ADA com: contagem de aeróbios mesófilos viáveis seguindo MAPA – SDA, (2003) e isolamento e identificação conforme MacFaddin, Lippincott & Wilkins, (2000).

Para a Evolução do CO<sub>2</sub> foi utilizado 0,5kg de cada fração de solo, sendo que estas foram colocadas em vidros hermeticamente fechados juntamente com 30mL de Hidróxido de Sódio (NaOH) na concentração de 0,4 mol.L<sup>-1</sup>. O tempo de resposta utilizado foi de 4 (quatro) dias, ou seja, este tempo foi o intervalo entre cada titulação, sendo que a mesma foi realizada com ácido clorídrico (HCl) na concentração de 0,25 mol.L<sup>-1</sup>, este tipo de titulação é denominada ácido forte/ base forte. A equação 1 foi utilizada para quantificar a evolução do CO<sub>2</sub>:

$$C - CO_2(mg.kg^{-1}) = (B - V).M.6.(V1/V2) \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

B= Volume de HCl utilizado no branco (mL);

V= Volume de HCl utilizado na amostra (mL);

M= Concentração do HCl utilizado (mol.L<sup>-1</sup>);

6= Massa atômica do C (12), dividido pelo número de mols do CO<sub>2</sub> que reagem com o NaOH (2);

V1= Volume de NaOH utilizado na captura do CO<sub>2</sub> (mL);

V2= Volume de NaOH utilizado na titulação (mL).

## 3. Resultados e Discussões

A análise de metais apresentou contaminação para metais na ADR, e ADA, quando comparados com os valores de prevenção da CETESB (2005) que é definido como a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea. Este valor indica a qualidade de um solo capaz de sustentar as suas funções primárias, protegendo-se os receptores ecológicos e a qualidade das águas subterrâneas.

No ponto ADR, houve alteração para os seguintes metais: Ni e Cd, comparando com o estudo de Korf (2006), houve uma pequena variabilidade nos parâmetros analisados. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos nas análises químicas e de metais para o ponto ADR.



# 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

Tabela 1 – Monitoramento do solo para a área de disposição recente (ADR), Aterro Invernadinha, Passo Fundo, 2008

Parâmetros	2006 Korf et al (2007)	03/08	07/08	Média 2008	Desv. Padrão	C.V. (%)	CETESB 2005 Prevenção
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	11,64	17,71	14,86	4,29	29,22	30
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	1,89	-	1,89	-	-	1,3
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	23,14	29,30	26,22	4,35	16,60	72
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	42,10	68,38	79,37	73,88	7,77	10,52	300
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	44,34	37,36	74,72	56,04	26,42	47,14	60
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	423,87	212,52	175,12	193,82	26,44	13,64	-
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	33758,97	25618,01	38235,86	31926,93	8922,17	27,95	-
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	56,36	-	56,36	-	-	75
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	10,93	15,70	13,31	3,37	25,31	25
pH	-	5,9	6,3	6,1	-	-	-
CTC (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	-	12,2	13,9	13,1	-	-	-
Matéria Orgânica (%)	-	2,9	1,9	2,4	-	-	-
Argila (%)	57,89	29	42	35,5			

O valor do coeficiente de variação para alguns parâmetros se mostrou elevado, sendo que as amostras foram coletadas no mesmo ano e em pontos próximos, isto demonstra a heterogeneidade da área.

Para o ponto ADA a contaminação ocorre para todos os metais analisados, e em quantidades acima do ponto ADR, demonstrando que a decomposição esta mais avançada neste ponto do aterro. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos no ponto ADA.

Tabela 2 – Monitoramento do solo para a área de disposição Antiga (ADA), Aterro Invernadinha, Passo Fundo, 2008

Parâmetros	Korf et al (2007)	03/08	07/08	Média 2008	Desv. Padrão	C.V. (%)	CETESB 2005 Prevenção
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	22,72	43,60	33,16	14,76	44,53	30
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	10,30	9,51	9,91	0,55	5,58	1,3
Pb(mg.kg <sup>-1</sup> )	-	1096,85	824,37	960,61	192,67	20,06	72
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	192,50	160,52	531,26	345,89	262,15	75,79	300
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	108,42	128,11	263,50	195,81	95,73	48,89	60
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	1113,62	623,43	1048,00	835,72	300,21	35,92	-
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	36469,02	30525,02	45338,02	37931,52	10474,37	27,61	-
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	1944,82	1778,7	1848,03	136,88	7,4	75
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	26,43	25,97	26,20	0,32	1,23	25
pH	-	5,2	5,9	5,55	-	-	-
CTC (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	-	20,9	15,3	18,1	-	-	-
Matéria- Orgânica (%)	-	6,4	>6,7	>6,7	-	-	-
Argila (%)	38,72	19	37	28			

Segundo Mello (2000) a composição do lixo média é a seguinte: orgânico-58%, plástico-25%, vidro-6,5%, metal-4,5%, têxtil-3,5%, couro-1,3%, borracha-1%, e outros-0,2%.



# 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

A quantidade elevada de plásticos, metais, couro e outros componentes metálicos no resíduo justificam os teores de metais pesados no solo.

A análise microbiológica das três frações do solo, no ponto ADR apresentou os seguintes resultados: Solo A -  $2,2 \times 10^6$  UFC/g (contagem) e B.Circulans (identificação); Solo B -  $1,6 \times 10^7$  UFC/g (contagem), Bacillus circulans e Pseudomonas alcaligenes (identificação); Solo C –  $3,3 \times 10^6$  UFC/g (contagem) e Bacillus circulans (identificação).

A Evolução do CO<sub>2</sub> apresentou para o Branco, ADA1, ADA2 e ADA3 os respectivos valores 143,73 mg.kg<sup>-1</sup>, 639,99 mg.kg<sup>-1</sup>, 864,09 mg.kg<sup>-1</sup>, 709,74 mg.kg<sup>-1</sup>. A Figura 2 apresenta a Evolução de CO<sub>2</sub> nas três frações da ADA e o Branco.

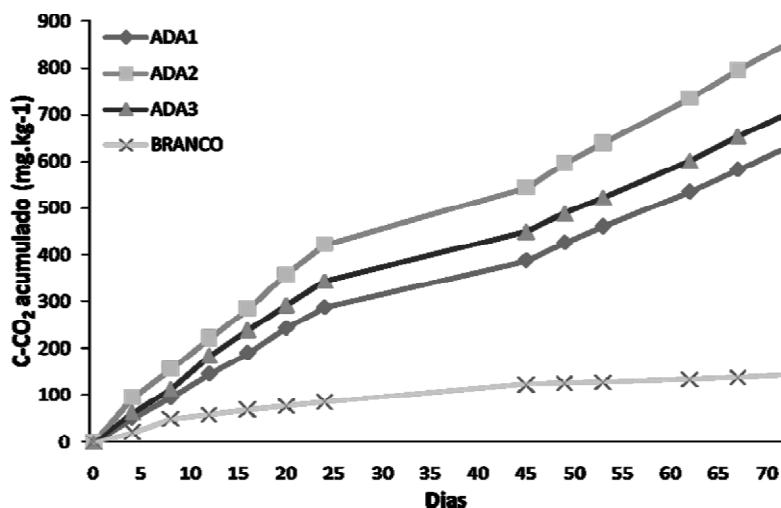


Figura 2 – Comparação da evolução de CO<sub>2</sub> para as frações de solo da ADA e o branco

## 4. Conclusão

Os resultados indicam elevado grau de decomposição dos resíduos orgânicos do solo contaminado, visto que a produção de CO<sub>2</sub> é maior na ADA do que no branco, o que é benéfico para o processo de atenuação natural da área, porém os metais, de acordo com os resultados anteriores, não apresentaram variações significativas nas concentrações.

## Referências

CETESB, **Companhia De Tecnologia Em Saneamento Ambiental**, Decisão de diretoria nº 195-2005-E. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela\\_valores\\_2005.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf)>. Acesso em 28. junho. 2006.

GUILHERME, L. R. G. **Poluição do solo e qualidade ambiental**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27, 1999, Brasília. Anais... CD ROM. Brasília, SBCS, 1999.

KABATA-PENDIAS & PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3<sup>rd</sup> ed. Boca raton, CRC Press, 2001. 413p.

KORF, E. P. et al. **Atenuação de metais em solos de antigas áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos**. In: CRICTE 2007, 22. 2007. Anais... Passo Fundo: UPF, 2007.



## 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

MELO, E.F.R.Q.; SCHNEIDER, I.A.H. **Caracterização da vegetação e solo de uma antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passo Fundo, RS.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4, 2000, Blumenau, SC. Anais: SOBRADE/FURB, 2000, p.250

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais** – Boletim técnico Nº 5.2 Porto Alegre, Catalogação Internacional na Publicação, p. 21 e 89-95, 1995.

TRESSOLDI, MARILDA; CONSONI, ÂNGELO JOSÉ. **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.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **Method 3050B.** 1996. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/3050b.pdf>>. Acesso em 25. Ago. 2007