



### III-150 - APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ELETRORRESISTIVIDADE EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

**Aldecy de Almeida Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista-Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Física e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Mato Grosso. Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco.

**Shozo Shiraiwa<sup>(2)</sup>**

Licenciatura em Física pela Universidade de São Paulo. Mestre e Doutor em geofísica pela Universidade de São Paulo. Professor Associado na Universidade Federal de Mato Grosso.

**Luiz Airtton Gomes<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Environmental Engineering pela University of Newcastle upon Tyne, Inglaterra. Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso.

**Halley Rodrigues Filho<sup>(4)</sup>**

Engenheira Sanitarista-Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso.

**Alexandra Natalina de Oliveira Silvino<sup>(5)</sup>**

Engenheira Sanitarista-Ambiental e Mestre em Física e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Mato Grosso.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Itatiaia, nº. 230 - Planalto - Cuiabá - Mato Grosso - CEP 78 058-799 - Brasil - Tel: +55  
Telefone: (65) 3653-4686 - e-mail: [aldecy\\_allmeida@yahoo.com.br](mailto:aldecy_allmeida@yahoo.com.br)

#### RESUMO

O presente trabalho visa comparar a investigação direta da água subterrânea (análises físico-químicas e exame microbiológico) e o levantamento geofísico pelo método de eletrorresistividade na área do aterro sanitário. O método geofísico permitiu identificar fortes indícios de que o subsolo encontrava-se contaminado, em boa parte da área, principalmente na região das lagoas de tratamento de chorume e nas laterais sul e norte do aterro. Nos locais onde a deposição de resíduos era mais recente, os sinais de contaminação foram mais acentuados, mesmo havendo impermeabilização de base. A contaminação foi confirmada por investigação direta nos poços de monitoramento próximo das células de resíduos. As amostras das águas subterrâneas apresentaram parâmetros de coliformes, cor, turbidez, ferro, chumbo e manganês superiores aos padrões estabelecidos pela Portaria nº. 518/04 do Ministério da Saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** lixiviado, impermeabilização basal, geofísica aplicada, água subterrânea,

#### INTRODUÇÃO

Às áreas de disposição de resíduos são considerados, a nível global, como uma das principais fontes potenciais de contaminação de água subterrânea devido ao lixiviado que apresenta altas concentrações de matéria orgânica, substâncias inorgânicas (metais pesados), valores altos de sólidos totais, sólidos dissolvidos e de nitrogênio na forma amoniacal, entre outros.

À preocupação com os problemas da poluição de solos e das águas subterrâneas, os pesquisadores estão estimulados a pesquisar procedimentos para estudar, avaliar e procurar novas soluções que possam minimizar os efeitos danosos causados pela disposição de resíduos em interação com meio físico. Dentre esses procedimentos pode ser enquadrado o uso de métodos geofísicos.

A geofísica utiliza métodos não invasivos ou não destrutivos, que permitem obter informações sobre as condições geológicas e hidrológicas da subsuperfície, de forma indireta e rápida comparada aos métodos tradicionais de investigação direta.



Os métodos geofísicos são ferramentas consagradas de investigação do meio físico, amplamente empregado no diagnóstico e monitoramento de área contaminada, sempre em conjunto com técnica diretas de investigação.

O método da eletrorresistividade, que se mostra eficiente e de baixo custo operacional, caracteriza uma ferramenta adequada ao estudo de áreas de disposição de resíduos, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil, onde os problemas ambientais gerados por essa atividade são grandes. No entanto, a integração com outros métodos geofísicos pode fornecer informações importantes e também diminuir o problema da ambiguidade na interpretação dos dados

O presente trabalho tem como objetivo a aplicação da técnica de eletrorresistividade em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos no município de Cuiabá-MT, em conjunto com técnica direta de investigação, para avaliação do manancial de água subterrânea com análises de poços de monitoramento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O aterro sanitário em estudo situa-se ao nordeste da área urbana da cidade Cuiabá. A primeira célula do aterro e as lagoas de tratamento de lixiviado não tiveram impermeabilização de base, sendo fontes potenciais de contaminação do subsolo.

As demais células de deposição de resíduos possuem impermeabilização de base com manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD).

A geologia desta área é composta por filitos e metarenitos, possuindo fraturas preenchidas por quartzo. O metarenito e as fraturas podem facilitar a migração do lixiviado que percola da primeira célula do aterro, que não possui impermeabilização de base.

O caminhamento elétrico (CE) realizado utilizou o arranjo dipolo-dipolo, com investigação em dois níveis: 20 m e 30 m. O CE foi efetuado nas linhas A e B (Figura 1).

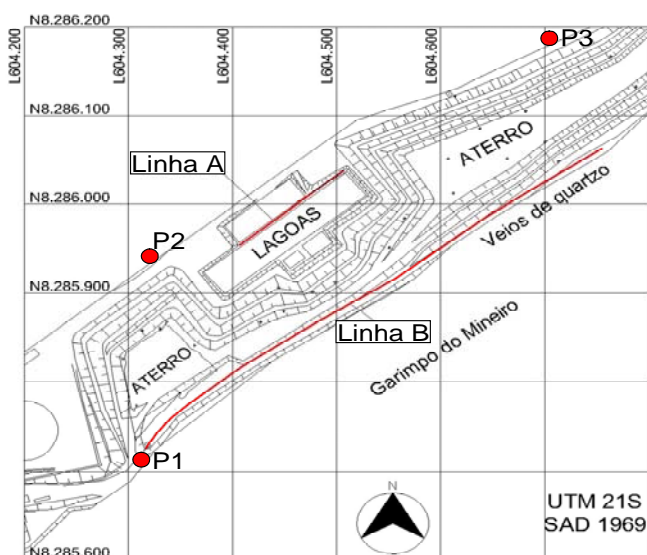


Figura 1: – Localização das linhas (A e B) e poços de monitoramentos.

A linha A possui 120 m de comprimento e o ensaio foi realizado no sentido de sudoeste para nordeste entre as lagoas. Já na linha B possui 600 m de comprimento, o levantamento ocorreu no mesmo sentido, sudeste para nordeste, paralelo a lateral sul.



No monitoramento da água subterrânea foram analisados 3 poços de monitoramento distribuídos estrategicamente pela área do aterro. Para tanto, o procedimento de amostragem foi realizado de acordo com a NBR 13.895/97. A coleta no poço de monitoramento P1, P2 e P3, foi com auxílio de coletor que constitui-se de um tubo de PVC, medindo 0,60 metros de comprimento e 2 polegadas de diâmetro, com uma válvula de retenção vertical instalada em uma das extremidades, na outra extremidade um cordão de nylon. Utilizou-se um coletor para cada poço de monitoramento.

As análises físico-químicas e exames bacteriológicos realizadas foram: cor, pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxigênio (DQO), turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli* e análises de metais: cobre, manganês, zinco, cromo, chumbo, ferro, níquel e cádmio. As coletas para as análises físico-químicas foram realizadas com frascos de um litro, enquanto para as análises bacteriológicas foram utilizados frascos de 250mL esterilizados e preparados em laboratório.

Buscou-se preservar as amostras conservando-as em temperatura de 4°C até a fase de análises em laboratório no período de março de 2006 a outubro de 2007.

As análises bacteriológicas, físico-químicas e metais das águas subterrâneas foram baseados nas recomendações do *Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF (1995)* 19ª edição, e os resultados comparados com valores máximos preconizados pela Portaria nº. 518/04 do Ministério da Saúde.

## RESULTADOS

A resistividade elétrica obtida na linha A esteve abaixo de 25 Ohm.m em todo o perfil. Estes valores inferiores a 30 Ohm.m sugerem contaminação, uma vez que a condução elétrica (o inverso da resistividade elétrica) ocorre principalmente através de íons, que são abundantes no lixiviado. A contaminação foi maior em 20 m do que em 30 m de profundidade.

A linha B apresentou valores de resistividade elétrica menores que 20 Ohm.m na maior parte do perfil, chegando até 1,8 Ohm.m. Os baixos valores encontrados apontam que o subsolo provavelmente encontra-se contaminado por lixiviado, onde há ocorrência de formações permeáveis (metarenitos e fraturas preenchidas por quartzo), que favorece a percolação de lixiviado nestes veios e fraturas.

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos de análises Físico-químicas e exames bacteriológicos.

**Tabela 1: Resultados médios de análises Físico-químicas e exames bacteriológicos.**

Variáveis	Ponto de Amostragem			V.M.P
	P1	P2	P3	
pH	5,9-6,2	6,0-6,5	5,4-5,7	6,0 – 9,5
Cor (mgPt-Co.L <sup>-1</sup> )	169	299	343	15
Turbidez (UNT)	21	64	84	5
DQO (mg. L <sup>-1</sup> )	20	46	69	-
DBO <sub>5</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	7	22	35	-
Coliformes totais (NMP/100mL)	919	9.280	5.576	Ausente
<i>E. Coli</i> (NMP/100mL)	21	11	10	Ausente

\*Valores Máximos Permitidos pela Portaria nº 518/04.

Os pontos P1 e P2 apresentaram pH inferior ao preconizado pela Portaria nº 518/04.

Em relação à cor, turbidez e coliformes totais e *E. Coli* apresentaram valores superiores preconizados pela Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de metais.



Tabela 2: Resultados médios de análises de metais.

Variáveis	Metais			V.M.P
	P1	P2	P3	
	mg.L <sup>-1</sup>			
Cu	<L.D	<L.D	<L.D	2
Mn	<b>0,104</b>	<b>0,135</b>	<b>0,340</b>	0,1
Zn	0,005	0,05	0,021	5
Cr	<L.D	<L.D	<L.D	0,05
Pb	<b>0,015</b>	<b>0,017</b>	<b>0,019</b>	0,01
Fe	<b>4,67</b>	<b>7,73</b>	<b>14,69</b>	0,3
Ni	0,001	0,005	0,004	-
Cd	<L.D	0,001	0	0,005

<L.D = Menor que o limite de detecção; \* Valores Máximos Permitidos pela Portaria nº 518/04.

Observou-se que os valores Mn, Fe e chumbo apresentaram valores superiores a Portaria nº. 518/04.

## CONCLUSÃO

Os valores elevados de condutividade e baixíssima resistividade observada pelo método de eletroresistividade apontam que o subsolo provavelmente encontra contaminado por lixiviado, em boa parte da área do aterro, principalmente na região das lagoas de tratamento de lixiviado, na célula impermeabilizada, e na lateral sul do aterro.

As análises de metais e de alguns parâmetros físico-químicos dos poços de monitoramento fora superiores a Portaria nº. 518/04. Os exames bacteriológicos também apresentaram valores superiores a Portaria nº. 518/04.

O método geofísico apresentou como uma excelente ferramenta na investigação de contaminação ambiental, com baixo custo, rapidez e confiabilidade no resultado em relação ao método de investigação direta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCFC. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Eds. L.S. CLERCERI, A.E. GREENBERG, R.R. TRUSSEL, 17<sup>th</sup> edition, Washington, USA, Ed. APHA. (1995).
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação - Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28p.
3. GALLAS, J.D.F., MALAGUTTI FILHO, W.; PRADO, R.L.; TAIOLI, F. Lixão do Alvarenga – mapeamento da pluma de contaminação pelos métodos geoeletricos. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBGf, 2003. 4p.
4. SEGURA-MUÑOZ, S.I.; TAKAYANAGHI, A.M.M.; LOPES, T.M.; TREVILATO, T.M.B.; HERING, S. Estudo do efeito neurotóxico da exposição ocupacional ao mercúrio, ao chumbo e ao manganês utilizando como ferramenta metodológica a Revisão Sistemática de Literatura. O mundo da Saúde, São Paulo, v. 27, n.4, out./dez.2003. p.48.