



Estudos de Eletrorresistividade em aterro controlado no município de Caçapava do Sul/RS

Ana Carolina Oliveira dos Santos, graduanda pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA*

Fernanda Vargas de Mello, graduanda pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Juliana de Souza Correa Kamphorst, graduanda pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

César Augusto Moreira, professor adjunto - Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Copyright 2010, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Brasília, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV SimBGF, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

No presente estudo foi aplicado o método de Eletrorresistividade, por meio da técnica de Caminhamento Elétrico, em uma área de disposição de resíduos sólidos domiciliares. O estudo demonstrou a eficácia do método geofísico na detecção de intervalos contaminados.

Introdução

A poluição dos solos e das águas subterrâneas constitui um fator preocupante devido ao risco a saúde da população e escassez da água potável.

O aumento exponencial na produção de lixo das últimas décadas é parte desta preocupação, pois o gerenciamento de resíduos sólidos envolve a logística de coleta, transporte, tratamento e disposição em áreas previamente licenciadas e construídas sob critérios técnicos, o que nem sempre acontece, pois consome tempo e vultosos recursos.

Desta forma, áreas muitas vezes inapropriadas são utilizadas para destinação final de resíduos. Tais áreas são vulgarmente denominadas “lixão”. Em contrapartida, os aterros controlados constituem uma forma organizada de disposição de resíduos, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais, embora não necessariamente envolvam a impermeabilização do terreno.

O aterro sanitário é a forma tecnicamente adequada de disposição de resíduos, pois envolve a impermeabilização da base do terreno, construção de sistemas de drenos, condutos e tanque de coleta de chorume, além de sistema de captação de gases e cobertura constante dos resíduos.

Locais de deposição de resíduos sólidos são alvo de muitos estudos ambientais, pois o líquido que percola do lixo, o chorume, pode vir a ser causador de plumas de contaminação no subsolo (Laureano & Shiraiwa, 2008).

O chorume é originado a partir de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos. O líquido lixiviado é um poluente que contém substâncias tóxicas e perigosas em forma sólida e gasosa, possui coloração escura e odor nauseante. Este

líquido pode apresentar elevadas concentrações dos íons cloreto, ferro e zinco. A dissolução do chorume nas águas da chuva e sua percolação no solo, em muitos casos, resultam na contaminação das águas subterrâneas.

Os estudos ambientais em aterros têm grande importância para prevenção de eventuais contaminações, bem como para detecção e monitoramento de áreas contaminadas. Existem duas formas básicas de investigação ambiental: direta ou indireta. A investigação direta está baseada em análise química em amostras de solo e água subterrânea. Esta forma de investigação possui um ponto negativo, pois apresenta caráter pontual e desconsidera as heterogeneidades intrínsecas ao meio geológico (Moreira & Braga, 2009). Entretanto, esta é a única forma de quantificação dos compostos químicos que constituem o contaminante.

A geofísica consiste em uma ferramenta indireta de investigação ambiental, a qual é baseada em medidas de parâmetros físicos característicos dos materiais terrestres. A presença de contaminantes no ambiente pode alterar suas propriedades, numa gama de variação muitas vezes passível de detecção pela geofísica. A aplicação dos métodos geofísicos em estudos ambientais, essencialmente na caracterização e monitoramento de áreas contaminadas, é crescente diante da demanda de novas técnicas de investigação ambiental. A possibilidade de aquisição de dados em larga escala a um custo relativamente baixo, além da vantagem de produtos 1D, 2D e 3D, permite uma avaliação adequada do ambiente quando integrado a resultados diretos de investigação (Moreira et al., 2009).

Contudo, como forma indireta de investigação, os métodos geofísicos apenas resultam em investigações qualitativas a partir da caracterização de anomalias ao parâmetro físico investigado, sem quantificá-lo.

Segundo CETESB (2001), atualmente os métodos geofísicos têm sido amplamente utilizados em estudos ambientais devido a sua rapidez e custo relativamente baixo quando comparados a outras técnicas de investigação.

O método de Eletrorresistividade foi aplicado por Cruz et al., (2008), na região de Ribeirão Preto (SP) em um antigo tanque de infiltração usado para deposição de vinhaça. O estudo possibilitou comprovar, através do contraste dos resultados entre as áreas contaminadas (baixa resistividade) e não-contaminadas (alta resistividade), a eficiência do método para detectar e

mapear a influência de vinhaça no solo. Os resultados indicam que a contaminação do solo ocorreu dentro da área do antigo tanque e chegou a extrapolar os limites do mesmo.

O presente estudo objetivou a detecção de intervalos contaminados por meio do método Geofísico de Eletorresistividade.

Problema Investigado/Metodologia

Área de estudos

A área de estudos é um aterro municipal controlado desativado, tipo vala, situado na Vila do Segredo, zona rural do município de Caçapava do Sul, Estado do Rio Grande do Sul (Fig. 1). No contexto geológico local, a área do aterro esta assentada no Complexo Granítico Caçapava do Sul.

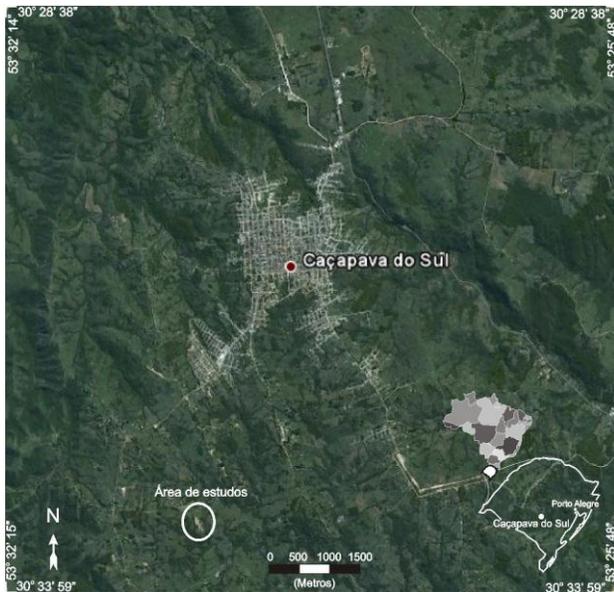


Figura 1 – Localização da área de estudos (Adaptado de Google Earth, 2010).

A área de estudos foi utilizada entre dezembro de 1997 e fevereiro de 2006, como depósito de resíduos sólidos domiciliares oriundos do município de Caçapava do Sul. Nesta época a produção de resíduos domiciliares no município era de aproximadamente 10,2 toneladas/dia.

Procedimentos metodológicos

O estudo foi realizado entre os meses de dezembro/2009 e março/2010, período historicamente seco. Entretanto, houve períodos de chuva anômalos. Após a reunião dos dados disponíveis, as atividades de campo foram iniciadas com uma visita preliminar a área do aterro. Logo, os dados foram adquiridos por meio do método de Eletorresistividade.

De acordo com Luiz & Silva (1995), o método de Eletorresistividade consiste em injetar uma corrente elétrica no subsolo através de um par de eletrodos (A e B) e medir a diferença de potencial entre outros dois eletrodos (M e N) fixados ao solo. Tais eletrodos podem ser dispostos de diferentes formas sobre a superfície do

terreno. As diferentes disposições recebem o nome de “arranjos”, dos quais alguns comumente utilizados são chamados de Schlumberger, Wenner, Dipolo-dipolo, Pólo-pólo, Gradiente e etc.

Este trabalho utiliza a técnica de Caminhamento Elétrico em arranjo Dipolo-dipolo. A técnica de Caminhamento Elétrico consiste na investigação lateral do parâmetro físico em uma ou mais profundidades, para isto os eletrodos de transmissão e recepção são fixados em superfície e as leituras são processadas com a movimentação dos eletrodos de recepção ao longo da linha de aquisição. Esta técnica permite a aquisição de dados em duas dimensões (2D).

O arranjo Dipolo-dipolo é caracterizado pela equidistância entre os eletrodos AB e MN. Durante o desenvolvimento do ensaio, os eletrodos AB permanecem fixos e MN são movidos ao longo da linha. O espaçamento entre os dipolos AB e MN é crescente, onde cada deslocamento infere um nível maior de investigação, sendo que a profundidade teórica é R/2, isto é, é a distância média entre o centro de AB e MN.

No estudo foi adotado espaçamento de 10 metros entre eletrodos e leituras de resistividade em 8 níveis de investigação. Foram realizadas 8 linhas, das quais 7 sobre a região das valas de resíduos, e uma externa denominada linha de referência (Fig. 2).



Figura 2 – Posição das linhas de Caminhamento Elétrico sobre a região das valas (Adaptado de Google Earth, 2010).

Neste trabalho foi utilizado o resistímetro SYSCAL Pro, fabricado pela Iris Instruments (França), com 250 W de potência, 2,5 A de corrente máxima, resolução de até 1 μV e 10 canais simultâneos de leitura. O equipamento realiza medidas simultâneas de resistividade e cargabilidade, além de leituras de potencial espontâneo. Os dados de resistividade elétrica foram tabelados no programa Surfer, versão 8, desenvolvido pela Golden Software (Estados Unidos), e posteriormente processados no programa Res2dinv, versão 3.4, desenvolvido pela Geotomo Software (Malásia).

O Res2dinv é um programa que determina automaticamente um modelo de resistividade bidimensional (2D) para subsuperfície a partir de dados obtidos no levantamento de campo (Griffiths & Barker, 1993).

Resultados

Com base no relevo da região das valas, a espessura máxima estimada para a camada de resíduos é de aproximadamente 15 metros.

Em campo foi possível verificar que a espessura do depósito diminui gradativamente para oeste. Portanto, a camada mais espessa está situada a leste.

A linha 1 foi realizada fora do depósito, em sua lateral leste. As linhas 2, 3, 4, 5 e 6 foram realizadas sobre a região das valas. A linha 7 foi realizada na lateral oeste, fora do depósito (Fig. 2).

A linha de referência, realizada na estrada de acesso a área, apresentou apenas valores acima de 60 Ωm . Desta forma, os valores inferiores são considerados zonas contaminadas. Com isso, as linhas foram reprocessadas e limitadas a dois intervalos de cores, ou seja, valores acima e abaixo de 60 Ωm (Figs. 3 e 4).

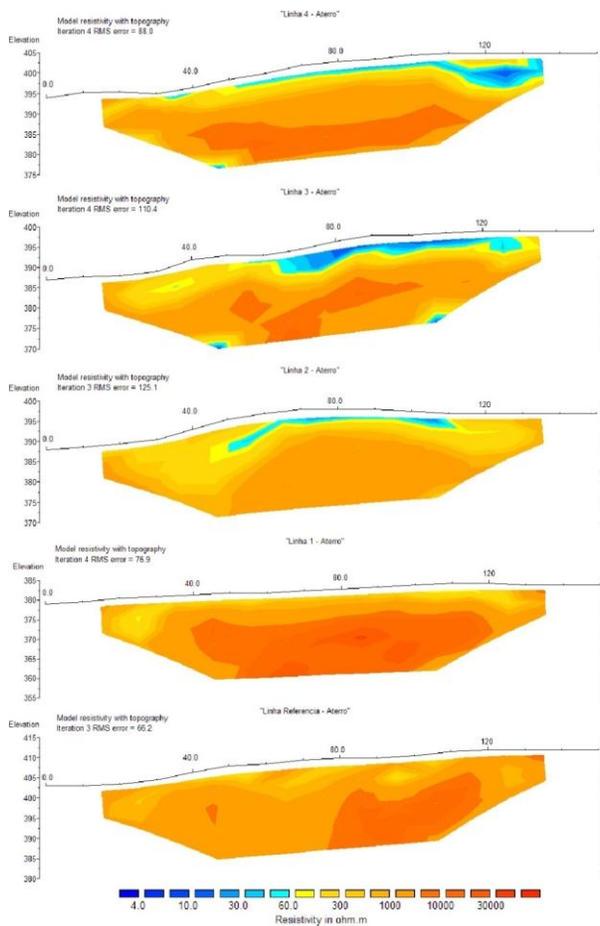


Figura 3 – Seções de CE reprocessadas. Linha de referência e linhas 1, 2, 3 e 4.

A linha 1 não apresentou valores abaixo de 60 Ωm , portanto não há indícios de contaminação. A linha 2 apresenta uma anomalia de baixa resistividade próximo a

superfície, com cerca de 60 metros de extensão e espessura de 2 a 3 metros. Na linha 3 também é possível verificar a existência de uma anomalia de baixa resistividade próxima a superfície, com extensão de 75 metros e espessura de até 5 metros (Fig. 3).

A linha 4 mostra uma anomalia de baixa resistividade próxima a superfície com extensão superior a 80 metros, pois observamos que a linha não cobriu toda a extensão da pluma. A zona de contaminação possui espessura inferior a 15 metros, sendo que grande parte da extensão observada apresenta espessura em torno de 1,5 metros (Fig. 3).

Na linha 5 é possível observar uma diminuição na extensão da anomalia de baixa resistividade, medindo cerca de 35 metros (Fig. 4). No entanto, parte desta possui espessura de aproximadamente 15 metros em quase toda sua extensão, e está mais distante da superfície em relação as linhas 2, 3, e 4 (Fig. 3).

A linha 6 apresenta duas pequenas e distantes zonas anômalas, com valores inferiores a 60 Ωm , as quais não ultrapassam 8 metros de extensão e espessura, além de não apresentarem conexão com a superfície (Fig. 4).

Na linha 7 é possível identificar duas anomalias de baixa resistividade muito próximas, sendo que uma é mais distante da superfície e possui extensão próxima a 20 metros e espessura em torno de 15 metros. A outra possui extensão de aproximadamente 40 metros e espessura inferior a 2,5 metros (Fig. 4).

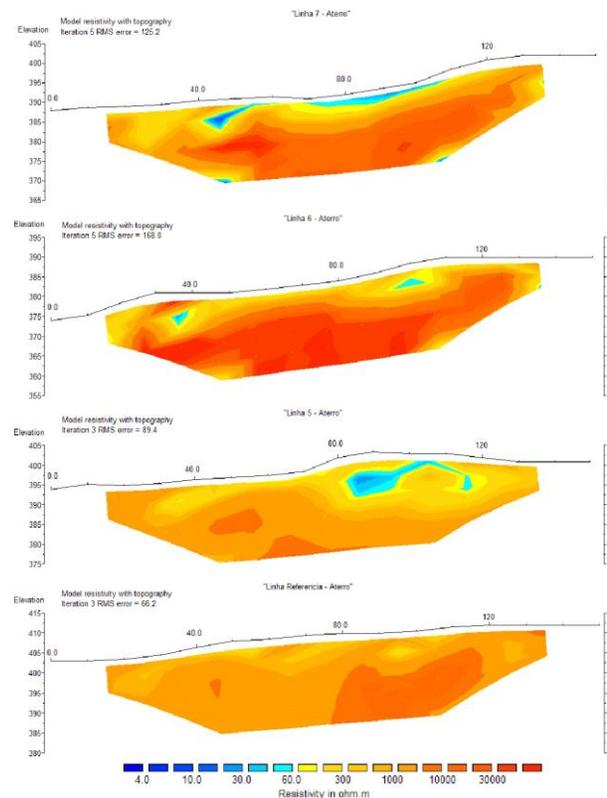


Figura 4 – Seções de CE reprocessadas. Linha de referência e linhas 5, 6 e 7.

Os resultados obtidos no método de Eletorresistividade corroboram com os resultados apresentados no trabalho de Moreira et al. (2009), realizado em um aterro controlado do tipo vala, onde a linha de referência apresentou valores altos de resistividade em relação às linhas realizadas sobre a região das valas de resíduos. Neste estudo as zonas com resistividade abaixo de 30 Ωm foram consideradas intervalos de acumulação de resíduos. No presente estudo, os valores de resistividade anômalos foram abaixo de 60 Ωm , pois a linha de referência apresentou apenas valores mais elevados de resistividade.

Discussão e Conclusões

A relação direta entre anomalias de baixa resistividade e a presença de líquidos provenientes da degradação de materiais orgânicos demonstra a eficácia do método de Eletorresistividade. A aplicabilidade deste método em estudos de aterros é comprovada no presente estudo e por diversos trabalhos anteriores.

Os resultados indicam que o chorume está acumulado horizontalmente, a uma profundidade que não ultrapassa 15 metros, isto é, no intervalo da camada de resíduos. Desta forma é possível inferir que as valas não apresentam indícios de perfuração ou rompimento da manta de impermeabilização.

Os altos valores de resistividade presentes nas partes profundas das seções indicam ausência de fraturamento com abertura suficiente para o fluxo de chorume abaixo do intervalo de resíduos.

Agradecimentos

À Prefeitura Municipal de Caçapava do Sul pelo acesso à área de estudos, e em especial aos funcionários Sr. Pacífico José Vargas e Sr. Nilvo Torres Dorneles pela contribuição no levantamento de dados da área.

À Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA por disponibilizar os equipamentos.

Aos colegas Adriano Seixas, Hasan Shihadeh, Laurício Terra, Lenon Ilha e Mônica Oliveira e aos funcionários da Unipampa, Gustavo Lima e Guilherme Casanova pela contribuição na etapa de aquisição dos dados.

Referências

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2001. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas / CETESB**. Coord. SERPA, E. L.; MARKER, A.. 2. ed.. São Paulo. 389p.

Cruz, J. I. da, Portugal, R. de S., Lucendo, M. C. H., Elis, V. R., Fachin, S. Jr. da S., Ustra, A. T. & Borges, W. R., 2008. Detecção de contaminação de solo por vinhaça através da análise de dados de eletorresistividade. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4: 481- 492.

Google Earth. Versão 4.3 (beta), 2010. Europa Technologies - US Dept. of state Geographer.

Griffiths, D. & Barker, R., 1993. Two-dimensional resistivity imaging and modelling in areas of complex

geology. **Journal of Applied Geophysics**, v. 29, n. 3: 211-226.

Laureano, A. T. & Shiraiwa, S., 2008. Ensaios Geofísicos no Aterro Sanitário de Cuiabá – MT. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 26, n.2: 173-180.

Luiz, J. G. & Silva, L. M. C., 1995. Geofísica de Prospecção: Quadro Geral. In: **Geofísica de Prospecção**. vol. 1. Belém: Universidade Federal do Pará: Cejup, 3 – 28.

Moreira, C. A. & Braga, A. C. de O., 2009. Anomalias de Cargabilidade em Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 27, n.1: 55-62.

Moreira, C. A., Braga, A. C. de O. & Fries, M., 2009. Degradação de resíduos e alterações na resistividade elétrica, pH e Eh. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 27, n.2: 283-293.