



São Paulo 2004

## Mapeamento de pluma de contaminação no aterro sanitário de Coronel Vivida-PR

Rodoilton Stevanato<sup>1</sup>, Francisco José Fonseca Ferreira<sup>1</sup>, Ricardo Wosniak<sup>1</sup>, Maria Tereza Saad Simioni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada – LPGA/UFPR, <sup>2</sup> Prefeitura Municipal de Coronel Vivida-PR

Copyright 2004, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no I Simpósio Regional da Sociedade Brasileira de Geofísica, São Paulo, 26-28 de setembro de 2004. Seu conteúdo foi revisado pela Comissão Técnico-científica do I SR-SBGf 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.

### Abstract

This paper reports the delineation of a contamination plume from an induced polarization, 2-D electrical imaging and vertical electrical sounding at the garbage depot of Coronel Vivida, a city in the State of Paraná, southern Brazil. Apparent resistivity ( $\rho_a$ ) and apparent chargeability ( $M_a$ ) data were collected along five profiling lines (a total of 845m profiled). The dipole-dipole array was used of 10m between current and potential electrodes, respectively. Depth models obtained from inversion of  $\rho_a$  and  $M_a$  clearly define a contamination plume of low  $\rho$  ( $< 75 \Omega.m$ ) and  $M$  ( $< 5 mV/V$ ) values up to a depth of 20 meter. The non-contaminated area, in turn, is delineated by high  $\rho$  ( $> 300 \Omega.m$  and  $M$  ( $> 10 mV/V$ ), which reflects both lateral and vertical contrasts in the physical properties studied.

### Introdução

Recentemente os métodos elétricos têm sido bastante utilizados em aterros sanitários de resíduos sólidos domiciliares. Tais métodos são bastante eficientes, não invasivos e de baixo custo, e visam delinear em subsuperfície as plumas de contaminação, aproveitando-se de suas propriedades químicas, as quais se refletem em incrementos de condutividade (e.g. Góis *et al.* 1997; Malagutti *et al.* 1997, Elis & Zuquette 2002, Stevanato *et al.* 2003). Neste sentido, o presente trabalho mostra os resultados obtidos através da aplicação de sondagens elétricas verticais, imageamento elétrico 2-D e polarização induzida (IP) no mapeamento de áreas contaminadas do aterro sanitário de Coronel Vivida-PR. A área do estudo situa-se no sul-sudoeste do estado do Paraná (Fig 1). O levantamento geofísico constou de cinco linhas de resistividade-IP, totalizando 845 metros de caminhamento, além de duas sondagens elétricas verticais (SEVs) de controle. A área situa-se sobre latossolos roxos, derivados do intemperismo de basaltos da Formação Serra Geral (Mesozóico da Bacia do Paraná).

### Métodos

Os métodos geofísicos de resistividade e polarização induzida foram aplicados ao longo de cinco linhas: Linha 1 (250 m, Figs. 2 e 3), Linha 2 (240 m, Figs. 4 e 5), Linha 3 (95 m, Figs. 6 e 7), Linha 4 (130 m, Figs. 8 e 9), Linha 5 (130 m, Figs. 10 e 11), além de duas SEVs (vide localização na Fig. 13). Em todos os caminhamentos elétricos-IP foi utilizado o arranjo dipolo-dipolo, seis níveis

de investigação, espaçamento entre os eletrodos de corrente (AB) e de potencial (MN) de 10 m, à exceção da Linha 3, onde tal espaçamento foi de 5 m, enquanto nas SEVs foi empregado o arranjo Schlumberger, com AB/2 de 50 metros. Os equipamentos utilizados na pesquisa incluem um sistema completo de polarização induzida/resistividade, fabricado pela *Íris Instruments*, composto por um transmissor de alta potência (VIP3000W), alimentado por um gerador Honda EM5000S, e um receptor multicanal/espectral ELREC10. O processamento dos dados foi realizado através dos *software Oasis Montaj<sup>TM</sup>* e *Zonge 2D Inversion for Interactive<sup>TM</sup> IP da Geosoft-Interpex*.

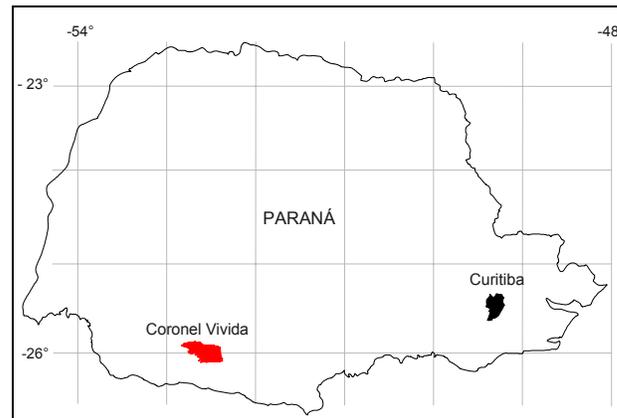


Figura 1 – Mapa de localização do município de Coronel Vivida-PR.

### Resultados e Discussões

As pseudoseções de resistividade e cargaabilidade aparentes, assim como os modelos de profundidade correspondentes, são apresentados nas figuras de 2 a 11, enquanto a SEV-2 e seu modelo são indicados na Figura 12. A descrição, a seguir, dos resultados obtidos, é feita com base nos modelos de profundidade, em função de sua clareza:

Linhas 1 e 2 (Figs. 3 e 5) – estas linhas mostram nitidamente, em termos de resistividade e cargaabilidade, a delimitação vertical (máximo de cinco metros) e lateral do depósito. Verifica-se, em ambos os modelos, a persistência de uma zona de alta resistividade ( $> 300 \Omega.m$ ) e cargaabilidades superiores a  $10 mV/V$ , em profundidade, a partir da base do depósito e no seu segmento nordeste, a qual foi interpretada como resposta do substrato geológico (basaltos). Nota-se ainda nos modelos de resistividade, a continuidade em subsuperfície de uma zona de baixa resistividade, sugerindo a percolação de fluidos condutivos através de fraturas. É também interessante observar que a magnitude da resistividade na Linha 2 ( $30 \Omega.m$ ) é menor do que na Linha 1 ( $50 \Omega.m$ ), indicando a direção do fluxo

de sudeste para noroeste, em conformidade com a topografia. A assinatura geofísica do meio natural (áreas brancas nos modelos de resistividade), no trato adjacente ao depósito (futuro aterro sanitário, Fig. 13), é caracterizada por altos valores de resistividade e cargabilidade. Entretanto, em torno da estação 160 m da Linha 2 (fig. 5), nota-se a continuidade de resistividades moderadas em profundidade, sugerindo a percolação de água em fraturas, pelo que foi planejada e executada uma sondagem elétrica vertical (SEV-2, Fig. 12), cujos resultados corroboram tal interpretação.

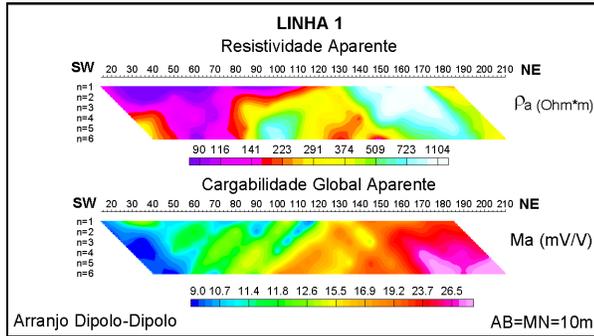


Figura 2 – Pseudoseções de resistividade e cargabilidade da Linha 1 (vide localização na Fig. 13).

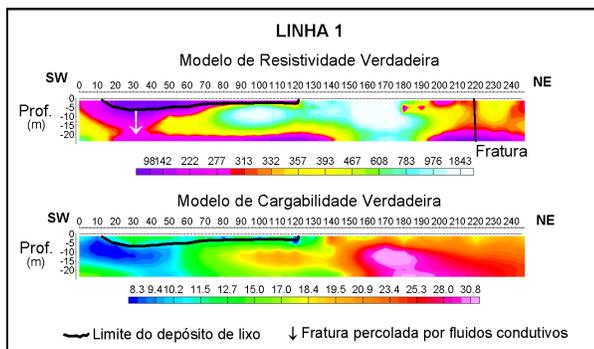


Figura 3 – Modelos de profundidade da resistividade e da cargabilidade da Linha 1 (vide localização na Fig. 13).

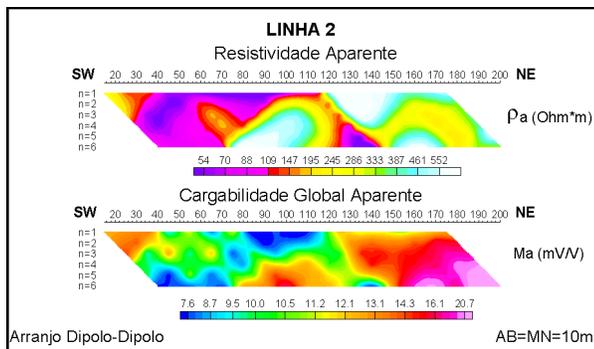


Figura 4 – Pseudoseções de resistividade e cargabilidade da Linha 2 (vide localização na Fig. 13).

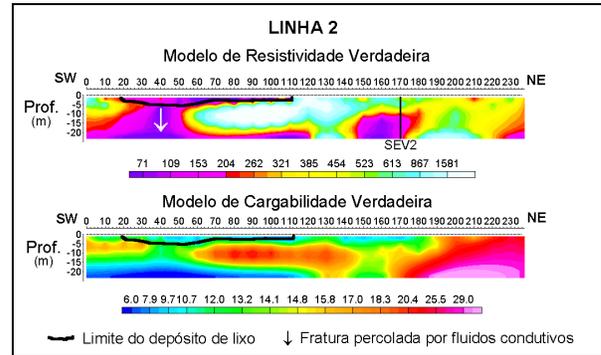


Figura 5 – Modelos de profundidade da resistividade e da cargabilidade da Linha 2 (vide localização na Fig. 13).

Linha 3 (Fig. 7) – esta linha foi executada fora do depósito, espaçamento de 5 m entre os dipolos, com o objetivo de obter resultados detalhados até 10 metros de profundidade, visando constituir um perfil para monitoramento futuro. Desta forma, o meio natural é caracterizado por resistividades superiores a 300 Ω.m e cargabilidades maiores que 10 mV/V. No modelo de resistividade chama a atenção uma zona de condutiva, centrada na estação 5 m, sugerindo a percolação de água por fraturas, o que deve ser objeto de investigações diretas (poços de monitoramento).

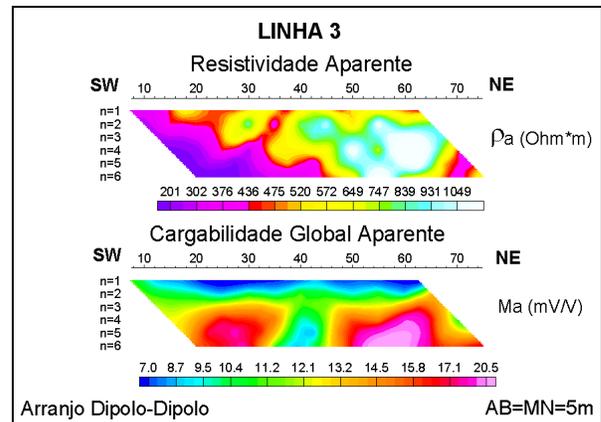


Figura 6 – Pseudoseções de resistividade e cargabilidade da Linha 3 (vide localização na Fig. 13).

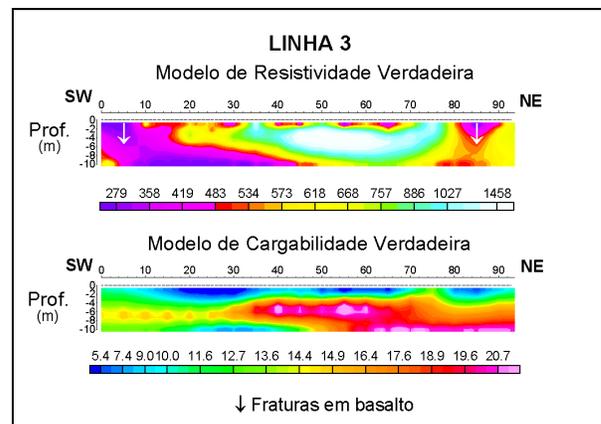


Figura 7 - Modelos de profundidade da resistividade e da cargabilidade da Linha 3 (vide localização na Fig. 13).

Linhas 4 e 5 – (figs. 9 e 11) – estas linhas, dispostas perpendicularmente as demais, definem com clareza os limites lateral e vertical do depósito, assim como a percolação de fluidos condutivos até profundidades da ordem de 5 metros. O substrato geológico (basaltos), é caracterizado por resistividades superiores a 300  $\Omega \cdot m$  e cargabilidades maiores que 10 mV/V.

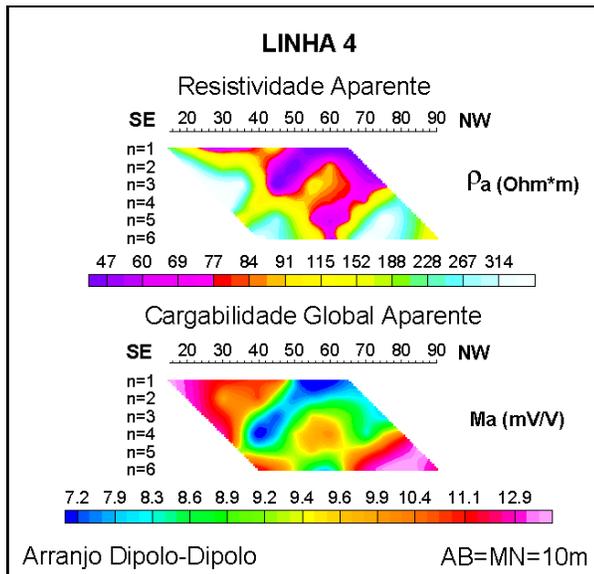


Figura – 8 Pseudoseções de resistividade e cargabilidade da Linha 4 (vide localização na Fig. 13).

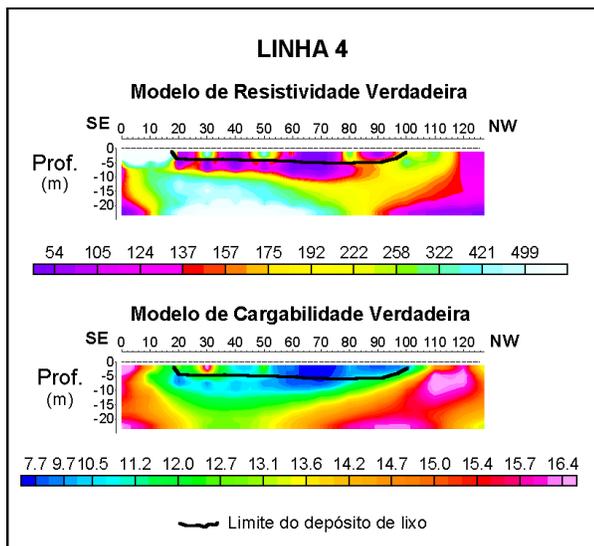


Figura 9 – Modelos de profundidade da resistividade e da cargabilidade da Linha 4 (vide localização na Fig. 13).

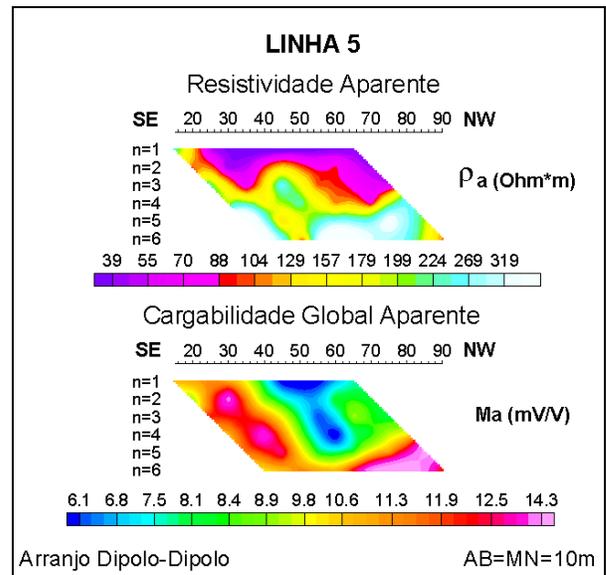


Figura 10 – Pseudoseções de resistividade e cargabilidade da Linha 5 (vide localização na Fig. 13).

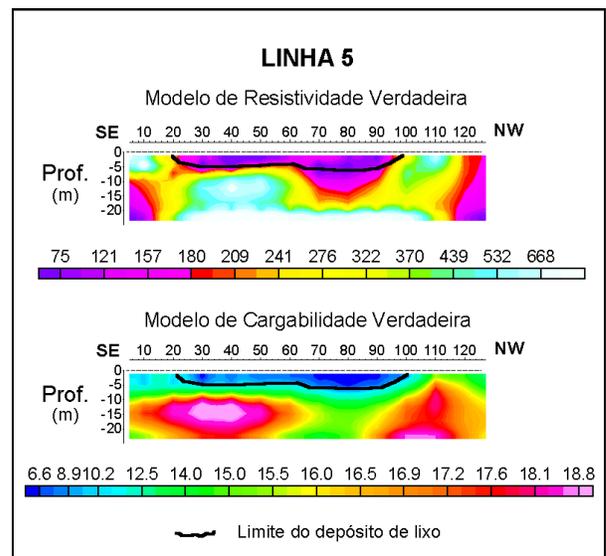


Figura 11 – Modelos de profundidade da resistividade e da cargabilidade da Linha 5 (vide localização na Fig. 13).

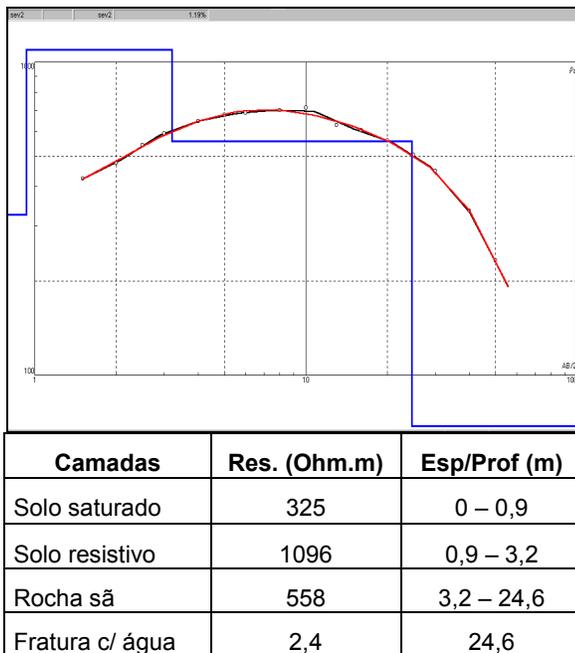


Figura 12 – Sondagem elétrica vertical (SEV-2) e sua interpretação geofísico-geológica (localização na Fig 13).

### Conclusões

A aplicação dos métodos geofísicos elétricos empregados neste trabalho revelou-se satisfatória, tanto na definição dos limites lateral e vertical do depósito, mapeamento da pluma de contaminação (chorume), quanto na caracterização de zonas de fratura no substrato geológico (basaltos), percoladas por fluidos condutivos. Uma síntese dos resultados obtidos é apresentada na Fig. 13, onde se nota os limites da zona contaminada, no contexto do atual aterro sanitário. Um dos aspectos mais interessantes da pesquisa foi a identificação de duas zonas fraturadas, delineadas geofisicamente e confirmadas através de trabalhos geológicos de campo. A primeira delas, segmentando o depósito, é percolada por chorume, indicando o sentido do fluxo, de sudeste para noroeste, prolongando-se até a Linha 3, em trato ainda não contaminado, portanto selecionada para implantação de poços de monitoramento. A outra, posicionada na área do futuro aterro, direção aproximada E-W, permeada por águas subterrâneas não contaminadas, deve merecer especial atenção, considerando o avanço do preenchimento de resíduos sólidos em valas já abertas para tal finalidade.

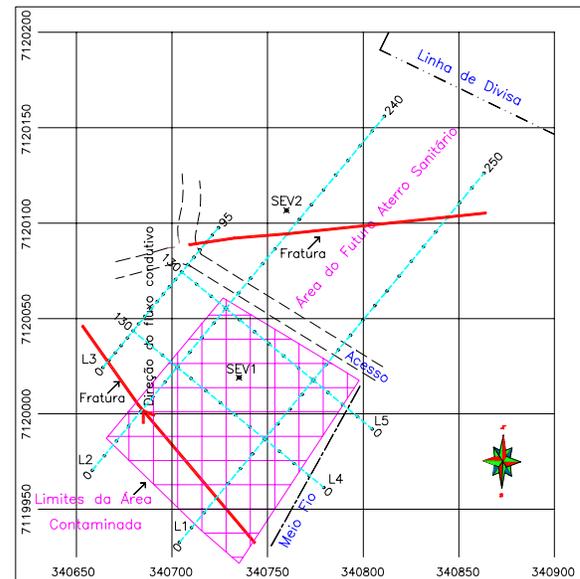


Figura 13 – Mapa de interpretação geofísica, indicando os limites da área contaminada, a direção do fluxo e as zonas fraturadas.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Prefeitura de Coronel Vivida-PR, o apoio recebido durante os trabalhos de campo.

### Referências

- Elis, V.R. & Zuquette, L.V.** 2002. Caracterização geofísica de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos. Rev. Bras. Geociências, 32(1):119-134.
- Góis, J.R., Pinheiro Jr. V., & Rigoti, A;** 1997. Mapeamento geoeletrico do aterro sanitário da Lamenha Pequena. In: 5th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, São Paulo, Vol 2, p1216-1219.
- Malagutti, W., Braga, A.C.O., Elis, V.R., Tandel, R.Y. & Porsani, J.L.** 1997. Aplicação integrada de técnicas geofísicas no aterro sanitário de Rio Claro-SP – resultados preliminares. In: 5th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, São Paulo, Vol 2, p422-425.
- Stevanato, R., Ferreira, F.J.F., Pegoraro, M. & Tavares, F.S.** 2003. Imageamento elétrico 2-D e polarização induzida na detecção de pluma de contaminação no aterro sanitário de Itajaí-SC. In: 8th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, CDRom, 6p.

