



## RESISTIVIDADE ELÉTRICA EM ÁREA CONTÍGUA A ATERRO SANITÁRIO

Rutenio Luiz Castro Araujo \*; João Silva Carvalho \*; Irecê Barbosa \*\*; Elizabeth Tavares Pimentel \*

\* Universidade Federal do Amazonas

\*\* Universidade do Estado do Amazonas

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Resumo

Em dois locais denominados de P2 e P3, situados em área contígua ao aterro sanitário da cidade de Manaus (AM), foi realizado levantamento geofísico utilizando-se o método geoeletrico, tendo como escopo principal a verificação da existência de influência, em subsuperfície, do chorume oriundo deste aterro sanitário e, conseqüentemente, contribuir para o melhor conhecimento acerca da delimitação da extensão e geometria da pluma de contaminação correspondente.

### Abstract

In two places, called P2 and P3, located in an urban area near to the landfill from the city of Manaus (AM), geophysical survey was carried out using the geoelectrical method, having as its principal aim the finding of influence in the subsurface, the landfill leachate arises from this, and consequently contribute to better knowledge about the delimitation of the extent and geometry of the plume of contamination correspondent.

### Materiais e Métodos

O método geoeletrico utilizado constituiu-se na determinação do parâmetro geofísico resistividade aparente do material geológico ocorrente nos dois locais estudados. Este parâmetro geofísico depende de diversas características intrínsecas dos litotipos estudados, tais como porosidade, tamanho dos grãos minerais, quantidade e tipo de fluido que estão preenchendo os poros e interstícios, temperatura etc.

As técnicas geofísicas empregadas neste trabalho foram a Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e o Caminhamento Elétrico Horizontal (CEH).

Para a aplicação de ambas as técnicas foi empregada a configuração eletródica de Schlumberger. De acordo com essa configuração eletródica, a determinação da resistividade aparente ( $\rho_a$ ) é feita a partir da equação seguinte (Parasnis, 1976):

$$\rho_a = (\pi/2l) [ (L^2 - X^2)^2 / (L^2 + X^2) ] \cdot (\Delta V/I) \quad (1)$$

onde;

$\Delta V$  – diferença de potencial entre os eletrodos M e N;

I – intensidade de corrente elétrica injetada no terreno;

2l – distância entre os eletrodos de potencial;

2L – distância entre os eletrodos de corrente;

X – distância do centro dos eletrodos de potencial ao centro dos eletrodos de corrente.

Nas SEVs investigou-se desde 1 m até 40 m de profundidade, em intervalos discretos de 1 m. Nos CEHs foram investigados os níveis de profundidade de 10 m, 20 m e 30 m.

No local P2 foi realizada uma SEV e um CEH, enquanto que no local P3 foram realizadas duas SEVs e quatro CEHs. Em ambos os locais cada CEH é composto de sete estações, distribuídas linearmente e espaçadas, regularmente, em intervalos de 10 m, totalizando um perfil de 60 m de extensão.

A orientação do perfil (e da distribuição linear dos eletrodos da SEV) desenvolvido no local P2 é N58°E, no sentido da estação E7 para a estação E1, enquanto que no local P3, a orientação das linhas (perfis) e das SEVs é N56°E, igualmente no sentido da estação E7 para a estação E1.

### Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na presente pesquisa geofísica são apresentados nos gráficos de 1 a 7 e mapas de 1 a 3.

#### Local P2

O gráfico 1 mostra os resultados dos valores de resistividade aparente obtidos no local P2, concernentes ao Caminhamento Elétrico Horizontal (CEH), realizado às profundidades de 10 m, 20 m e 30 m. Nesse gráfico observa-se, nitidamente, à profundidade de 10 m, nas estações E1, E6 e E7, elevados valores de resistividade, em relação aos valores medidos nas outras estações. Em todas as estações pesquisadas, às profundidades de 20 m e 30 m e nas estações de E2 a E5, na profundidade de 10 m, os valores de resistividade são extremamente baixos e uniformes, estando na ordem de 137,7 a 271,8  $\Omega.m$ . Isto mostra, cristalinamente, a nítida e intensa influência de inclusão de material com elevada condutividade elétrica na subsuperfície do local P2. Em virtude das características do local pesquisado, considera-se que este material incluso seja oriundo do aterro sanitário contíguo, já que a inclusão de chorume provoca, cristalinamente, intensa diminuição dos valores de resistividade aparente do material existente na

subsuperfície; este fato é explicado devido que a inclusão do chumbo propicia mensurável ampliação da presença de íons livres, consequentemente, provoca o aumento da condutividade elétrica, ou, de maneira idêntica, a diminuição dos valores de resistividade aparente. Como esta influência ocorre com menor magnitude, apenas, nas estações E1, E6 e E7, à profundidade de 10 m, isto mostra que, nestas estações e profundidades, há menor impregnação do material contaminante. Tal análise é ratificada no gráfico 2, referente à Sondagem Elétrica Vertical (SEV), realizada na estação E4, abrangendo as profundidades de 1 m a 40 m, em intervalos discretos de 1 m. No gráfico 2 observa-se a menor influência do material infiltrante à profundidade de 1 m, sendo que a influência deste material aumenta mensuravelmente em direção ao incremento da profundidade, atingindo o seu ápice à profundidade de 5 m. Este gráfico mostra, também, que a influência do material contaminante persiste, de maneira bem definida, até a profundidade de 40 m, limite da investigação.

#### Local P3

Os resultados obtidos nos CEHs, com exceção dos registrados no gráfico 4, mostram que os valores de resistividade aparente nas estações E1, na profundidade de 10 m, são elevados, em relação aos valores obtidos nas outras estações do mesmo perfil (ver gráficos de 3 a 6). Também é nítido o decréscimo dos valores de resistividade aparente nas estações E1, no sentido da linha L1 à linha L3. Isto significa que as estações E1, à profundidade de 10 m, estão isentas de contaminação e que este processo se intensifica no sentido da linha L1 em direção à linha L3.

Os gráficos de 3 a 6 e mapas de 1 a 3 mostram, também, que nas linhas e profundidades pesquisadas, os valores de resistividade aparente nas estações E2 tendem a diminuir, quando comparados aos valores deste parâmetro geofísico registrados nas estações E1. Este comportamento é similar, quando comparado aos valores de resistividade aparente das estações E3, com os valores relativos às estações E2. A partir das estações E3, os valores de resistividade aparente permanecem baixos, variando de 224,4 até o máximo de 969,0  $\Omega$ .m, exceto no que concerne, apenas, às estações E5 e E7, à profundidade de 10 m, onde há um aumento brusco e significativo dos valores de resistividade aparente. Os aumentos registrados das estações E4 para as estações E5 variaram de 480,3 a 3.547,9  $\Omega$ .m. Os incrementos verificados das estações E6 para as estações E7 variaram de 1.046,9 a 3.034,4  $\Omega$ .m. Nas estações de E5 a E7 há uma tendência de aumento, porém de pequena magnitude, dos valores de resistividade aparente, às profundidades de 20 m e 30 m. Com base nos resultados supra mencionados é possível concluir que a subsuperfície do local P3 está sendo também influenciada pelo material contaminante de alta condutividade elétrica, porém, com magnitude menor daquela verificada no local P2. Na linha L0, nas estações E1, esta influência é considerada nula, como também às profundidades de 20 m e 30 m. Em resumo, a influência deste material é significativa a partir das estações E2, mostrando diminuição a partir da estação E5.

Os resultados dos valores de resistividade aparente obtidos nas duas SEVs, realizadas no local P3 são mostrados no gráfico 7. Este gráfico mostra que a

influência do material contaminante ainda persiste, nitidamente, à profundidade de 40 m. É interessante notar no gráfico 7 que as litologias existentes na subsuperfície da linha L3 estão mais influenciadas pelo material infiltrante, do que na subsuperfície da linha L1. Isto é cristalinamente observado pelo comportamento das curvas referentes a cada SEV. Neste gráfico, a configuração da distribuição dos valores de resistividade aparente, atinente à SEV 2, mostra que o processo de contaminação não é homogêneo para todas as profundidades estudadas, havendo, portanto, profundidades em que a contaminação tem magnitude superior, como por exemplo, às profundidades de 22 m a 24 m, em que os valores de resistividade variam entre 3,8 a 20,0  $\Omega$ .m. Estes baixos valores de resistividade aparente são características inquestionáveis do elevado grau de contaminação das profundidades em tela.

#### Conclusões

Há mensurável influência de material contaminante de baixo valor de resistividade aparente nos locais P2 e P3 estudados, tendo sido registrado valor de até 302  $\Omega$ .m. Esta influência persiste, nitidamente, até a profundidade de 40 m, limite desta investigação;

A influência supra mencionada no local P2 é mensuravelmente superior a existente no local P3, o que pode ser explicado pela maior proximidade do local P2 ao aterro sanitário. No local P3 há, inclusive, níveis não influenciados, em todas as profundidades estudadas;

Considera-se que o material contaminante, responsável pelas anomalias de resistividade aparente verificadas neste trabalho é proveniente do aterro sanitário circunvizinho, material este que migra no sentido de sudeste para noroeste, no local P3, assim como apresenta uma disseminação mais ampla com a profundidade.

#### Agradecimentos

Externamos nossos sinceros agradecimentos à Universidade Federal do Amazonas pela infra estrutura de pesquisa e a todos que contribuíram para este trabalho.

#### Referências

DOBRIN, M. B. & SAVIT, C. H. – 1988 – Introduction to Geophysical Prospecting. McGraw-Hill, New York, 867p.

PARASNIS, D. S. – 1976 – Geofísica Minera. Paraninfo, Madrid, 376p.

TELFORD, W. M.; GELDART, L. P. & SHERIFF, R. E. – 1990 – Applied Geophysics – Second Edition. Cambridge University, Cambridge, 770p.

Gráfico 1: Valores de resistividade aparente dos CEHs efetuados às profundidades de 10,0m , 20,0m e 30,0m, no Local P2

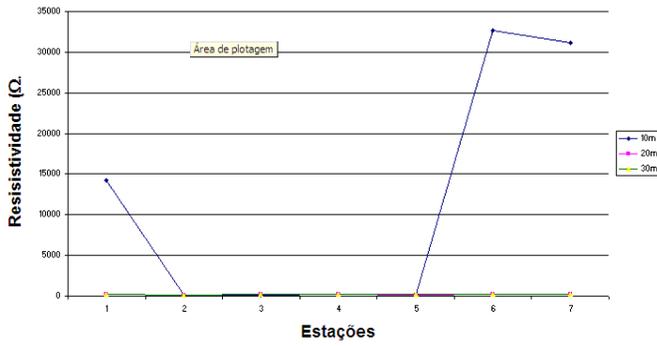


Gráfico 4: Valores de resistividade aparente dos CEHs efetuados às profundidades de 10,0m , 20,0m e 30,0m, no Local P3, linha L1

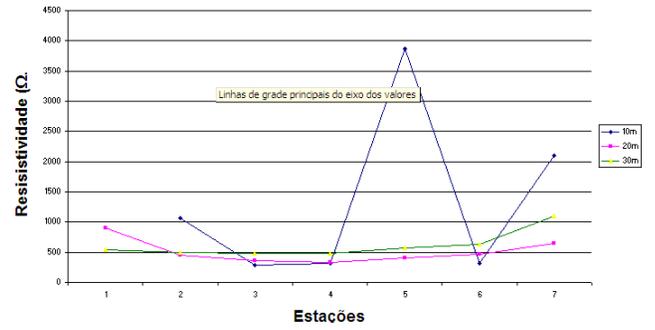


Gráfico 2: Valores de resistividade aparente referentes à SEV 1, Local P2

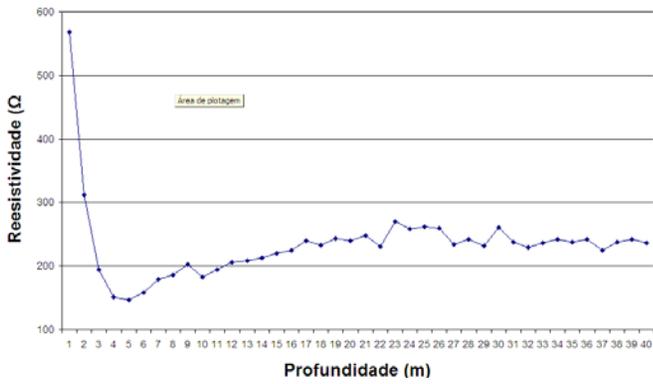


Gráfico 5: Valores de resistividade aparente dos CEHs efetuados às profundidades de 10,0m , 20,0m e 30,0m, no Local P3, linha L2

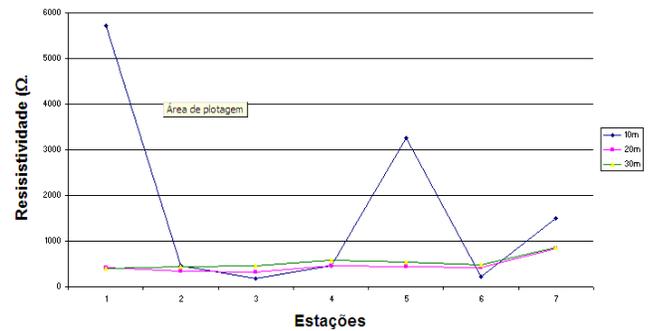


Gráfico 3: Valores de resistividade aparente dos CEHs efetuados às profundidades de 10,0m , 20,0m e 30,0m, no Local P3, linha L0

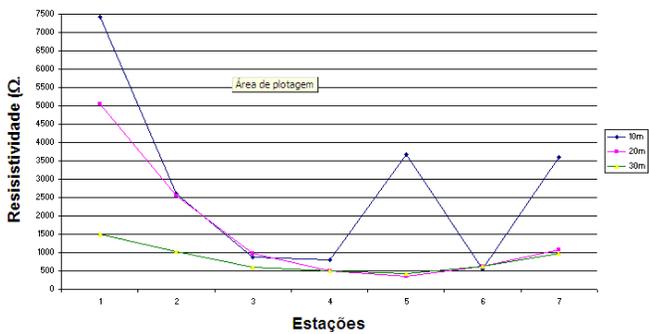


Gráfico 6: Valores de resistividade aparente dos CEHs efetuados às profundidades de 10,0m , 20,0m e 30,0m, no Local P3, linha L3

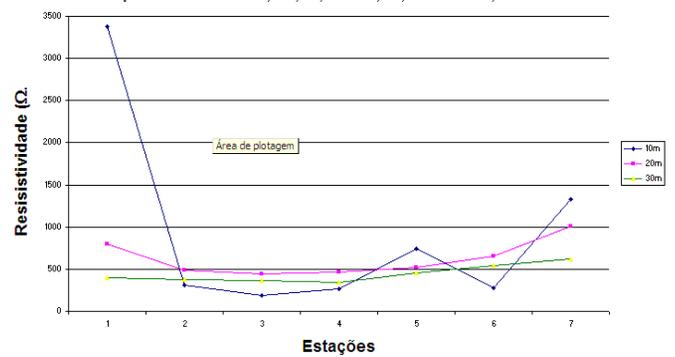
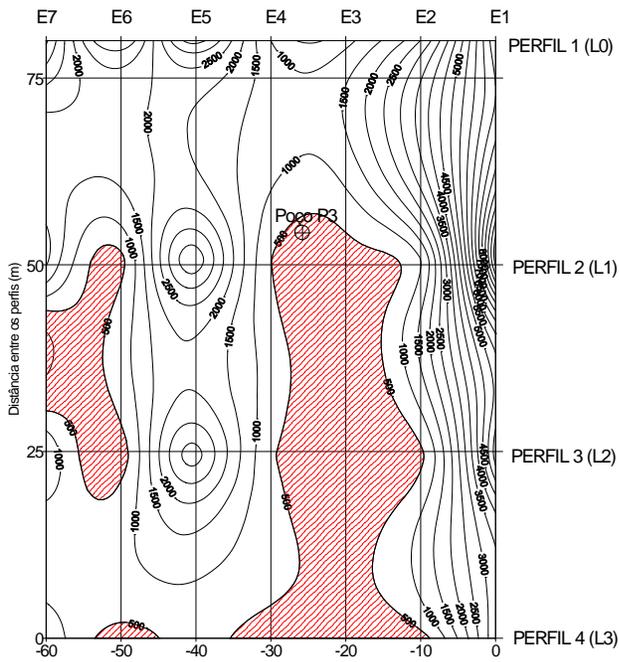
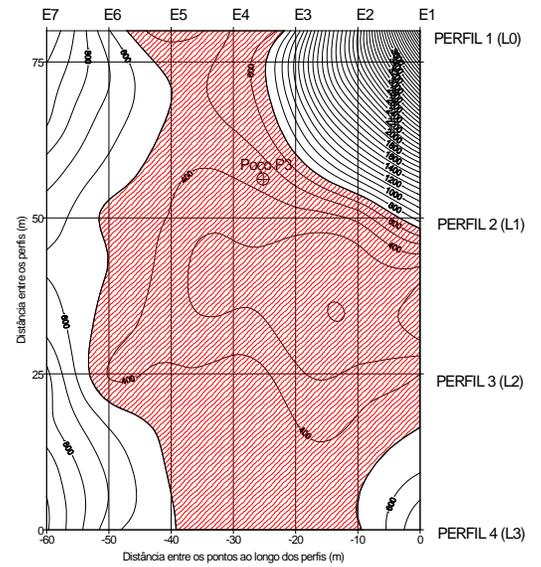
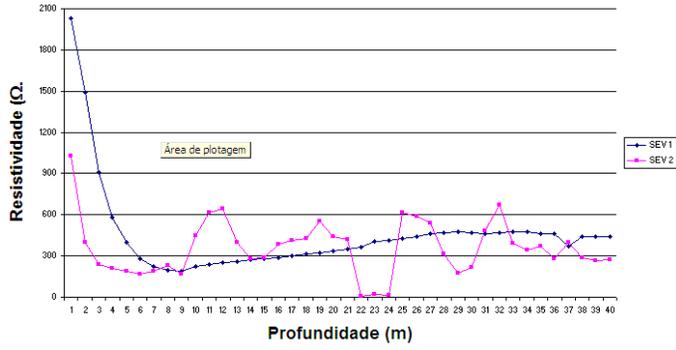


Gráfico 7: Valores de resistividade aparente referentes às SEV 1 e SEV 2, no Local P3



LEGENDA

- 500 —  
Linha de isoresistividade elétrica
- ⊕  
Localização do Poço PT-3
- ▨  
Limite estimado da pluma de contaminação

ESCALA



MAPA 2

MAPA DE ISORRESISTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO LOCAL P3 - PROFUNDIDADE DE 20 m

LEGENDA

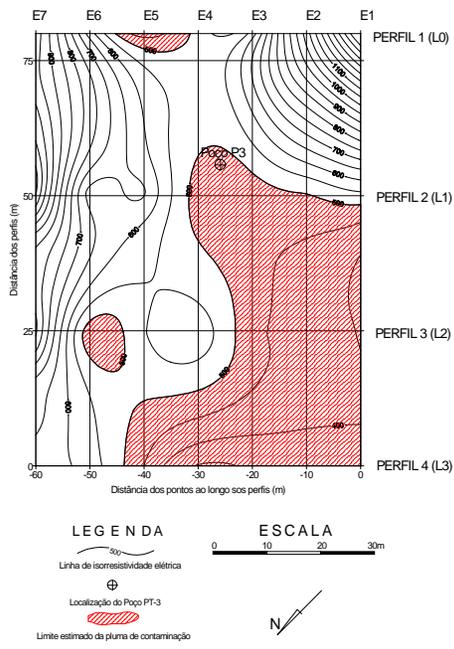
- 500 —  
Linha de isoresistividade elétrica
- ⊕  
Localização do Poço PT-3
- ▨  
Limite estimado da pluma de contaminação

ESCALA



MAPA 1

MAPA DE ISORRESISTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO LOCAL P3 - PROFUNDIDADE DE 10 m



MAPA 3

MAPA DE ISORESISTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO LOCAL P3 - PROFUNDIDADE DE 30 m