



Avaliação de Área Impactada utilizando o método Sondagem Elétrica Vertical Multieletrodo

Biazzi, Erica; Lanfranchi, Rodrigo, Brain Tecnologia LTDA

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11th 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.

Abstract

The use of geophysical tools in the environmental diagnostic of impacted areas has been growing in the last years and its efficiency in the evaluation of soil and groundwater contamination has been proved many times. The geophysical surveys bring valuable information both of lithological factors and embedded contaminants. This case study shows a successful application of the 2D electrical resistivity method in the environmental diagnostic of a Igarapé located at an industrial facility at Amazonas state.

Palavras Chave: SEVME, impactadas areas, geochemistry

Introdução

A identificação e diagnóstico de áreas impactadas é um procedimento necessário afim de que seja possível tomar medidas a contento da fonte poluidora e posterior remediação. Nos últimos anos, os profissionais ligados a Ciências da Terra estão buscando ferramentas para melhor diagnosticar estas áreas. Dentre estas ferramentas pode ser enquadrado o uso de métodos geofísicos. A natureza não invasiva dos métodos geofísicos, aliada a rapidez e facilidade de aplicação dos ensaios, torna-os uma excelente ferramenta para ser aplicada em estudos ambientais.

O Método eletrorresistivo vem sendo amplamente utilizado devido possibilidade da aplicação nos diversos campos de estudo, como mineração, geologia de engenharia, hidrogeologia e estudos ambientais. Como a presença de compostos orgânicos e inorgânicos não naturais ao terreno geram mudanças da resistividade do solo, este método apresenta excelentes resultados na detecção de possíveis áreas impactadas, que aparecem nas seções como Zonas Anômalas de Resistividade (ZAR).

O objetivo é demonstrar o uso do método Sondagem Elétrica Vertical Multieletrodo (SEVME) aplicado a um

sistema fluvio-lacustre (Igarapé) amazônico para avaliação de impactos no solo.

A área de estudo encontra-se dentro de um Igarapé, a altitude média de 17,84 metros relativa ao nível do mar e 2,0 metros relativa ao nível base local (rio Negro). Esta inserida em uma área industrial, da cidade de Manaus, AM (Figura 1).

A área do Igarapé fica a oeste das lagoas de tratamentos de efluentes da unidade industrial e serve de descarga destes efluentes após o devido tratamento.

Contexto Geológico

Souza (2005) descreve a geologia de Manaus representada pela Formação Alter do Chão inserida no Grupo Javari. Esta formação, datada do Cretáceo Superior/Terciário Inferior (em torno de 60 Ma), é interpretada como depósitos de ambiente flúvio-lacustre e composta por sedimentos siliciclásticos avermelhados que incluem arenitos feldspáticos, caulínicos, quartzo-arenitos, quartzo-grauvacas e brechas intraformacionais, encontrada em faixas contínuas ao sul do município de Presidente Figueiredo ou confinada em estruturas tipo gráben.

Identificam-se na Formação Alter do Chão quatro fácies sedimentares: argilosa, areno-argilosa, arenosa e "Arenito Manaus".

Os sedimentos quaternários associados à calha do rio Solimões caracterizam-se pelo canal principal e áreas de inundação com margens e barras estabilizadas pela vegetação, desenvolvidas sobre as rochas das formações Alter do Chão e Solimões. Sedimentos mais grossos representados por areias e cascalhos são geralmente encontrados em depósitos de barras no canal e sedimentos finos ocorrem na planície de inundação e lagos.

Localmente, encontram-se camadas de sedimentos arenosos de coloração marrom, com presença de matéria orgânica sotoposto a sedimentos areno-argiloso que apresentam lentes mais argilosas.



Figura 1 – Localização da área investigada

Metodologia

A aquisição de Sondagem Elétrica Vertical Multieletrodo (SEVME) é realizada dispoñdo-se eletrodos na direção de uma linha, em intervalos igualmente espaçados, conectados por um cabo multinúcleo. Cada medida é realizada injetando corrente entre dois eletrodos. As diferentes possibilidades de injeção de corrente e leituras de potencial foram definidas pelo arranjo de eletrodos e protocolo selecionados. Neste trabalho foi utilizado o Arranjo Wenner Alpha e protocolo 32SX, equipamento ABEM SAS 4000, com controle topográfico regular utilizando de uma estação total.

As aquisições foram executadas dentro do Igarapé da Guarita, na época de estiagem. Ao todo foram realizadas 46 seções de SEVME, em malha regular, sentido leste-oeste e norte-sul, com distancia entre linhas de 10,00 metros. A Figura 2 apresenta a disposição das seções de SEVME.

O processamento das seções de SEVME foi realizado com a utilização do software RES2DINV programa de inversão para resistividade. O modelo 2D utilizado para discretizar a subsuperfície consiste de blocos retangulares arranjados de acordo com a posição dos pontos, onde a resistividade aparente é calculada (inversão por mínimos-quadrados).

A distribuição e tamanho dos blocos foram automaticamente gerados pelo programa, de acordo com a posição dos pontos onde foram medidos os valores da resistividade aparente. Uma subrotina de modelamento, utilizando as técnicas das diferenças finitas e dos elementos finitos, foi usada para calcular valores de resistividade aparente, sendo utilizada também uma técnica de otimização não-linear, pelo método dos mínimos quadrados. Na rotina de processamento destacam-se a utilização dos seguintes passos:

- Eliminação de pontos com valores claramente errados de resistividade aparente;
- Reversão da posição para que seções tenham mesmo começo e fim;

- Mudança na localização do primeiro eletrodo, para que a contagem da distância entre os eletrodos comece de uma mesma origem, que normalmente é o zero;
- Mudança dos parâmetros de estabilidade e de convergência, diminuindo o número de iterações, no processo de inversão.

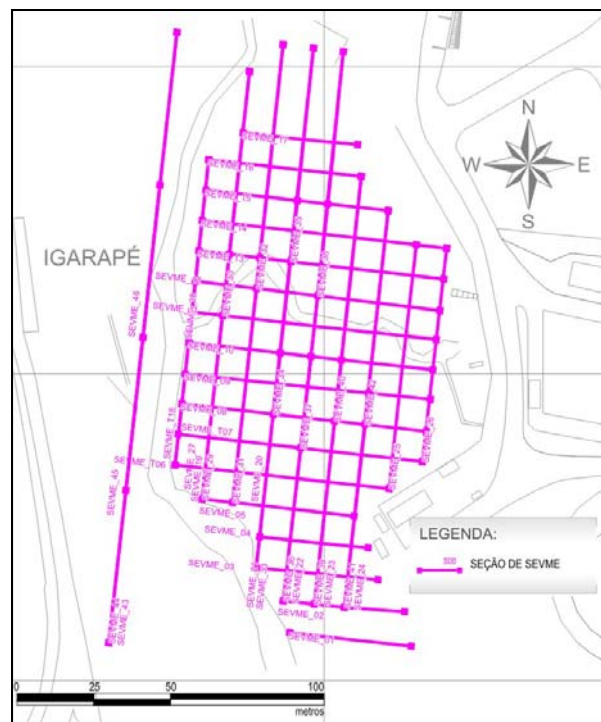


Figura 2 - Aquisição das seções de SEVME.

Resultados

O imageamento elétrico das seções adquiridas obteve resultados significativos até a profundidade máxima de 10 metros.

O conjunto de SEVMEs adquiridas na área indicaram a existência de zonas anômalas de resistividade de possível contaminação.

Dentro de um programa de investigação geoambiental é imprescindível a utilização de métodos diretos de coleta e análise de solos. Dessa forma, realizaram-se sondagens a trado em posições específicas onde foram observadas assinaturas geofísicas, que sugeriram a presença de contaminantes. Os locais recomendados para a realização dos ensaios diretos foram as posições de anomalias de alta resistividade identificadas nas seções SEVME_06, SEVME_08, SEVME_31, SEVME_11 e SEVME_29. Nestes locais foram executados ensaios de sondagem, nos quais se realizou coleta de material para análise.

Na Figura 3 é apresentada a seção SEVME_31, localizada na área do Igarapé da Guarita, com uma anomalia resistiva superficial, com continuidade lateral limitada, onde foi locada a sondagem SD-28 que revelou

presença de resíduo oleoso. A forma da anomalia sugere uma continuidade limitada dessa ocorrência. A análise geoquímica apresentou concentração de hidrocarboneto (TPH) acima dos valores orientadores (17204 mg/kg) na profundidade de 1,50 metros. A seção SEVME_11, perpendicular a seção citada acima apresenta a mesma feição anômala (Figura 4).

A seção SEVME_29, apresentada na Figura 5, mostra uma feição anômala de alta resistividade, na qual a investigação direta constatou a presença de resíduo oleoso entre a profundidade de 0,50 e 1,0 metro. A análise geoquímica apresentou concentrações abaixo dos valores orientadores.

As seções de eletrorresistividade cujas anomalias geraram a locação das sondagens podem ser usadas para inferir a continuidade lateral dessas ocorrências. Nas seções SEVME_06, SEVME_07 e SEVME_08 apresentadas na Figura 6 podem ser observadas anomalias resistivas que sugerem esta continuidade. As anomalias investigada pelo método direto, com as sondagens SD-42, SD-41 e SD-32 mostraram presença de material oleoso e concentração de TPH e HPA total acima dos valores orientadores.

Vale ressaltar que nas sondagens citadas acima a perfuração foi interrompida em função da possibilidade de que um aprofundamento da perfuração levasse a contaminação para níveis inferiores, visto que ambas atingiram o nível d'água.

Conclusão

O método de Sondagem Elétrica Vertical Multieletrodo (SEVME) demonstrou-se como importante ferramenta na

identificação de áreas impactadas, possibilitando mapeamento de plumas de contaminação e orientação na locação de ensaios por métodos diretos de investigação.

A investigação direta confirmou a existência de resíduo oleoso identificados nas seções de SEVME como zonas de alta resistividade.

Agradecimentos

À Brain Tecnologia Ltda. pelo apoio e incentivo.

Referencias

CETESB, 1999, Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, CETESB-GTZ, 2.ed, São Paulo, 389p.

Dey, A. & Morrison, H.F. 1979. Geophysical Prospecting 27, 106.

Loke and Lane, 2002. Proceedings of the 8th EEGS-ES Meeting, Portugal, Sept. 2002

Soares, Mauricio; Biazzi, Erica; Silva, Jose Ribamar Silveira; Junior, Gerson C.S. 2008 Geofísica Rasa em Solos Tropicais Amazônicos. III Simpósio Brasileiro da SBGF, Belém, Brasil. 5p

Souza, C. R. G. 2005. Quaternário do Brasil. Associação Brasileira de Estudo do Quaternário. Ribeirão Preto. Ed Holos: 348p.

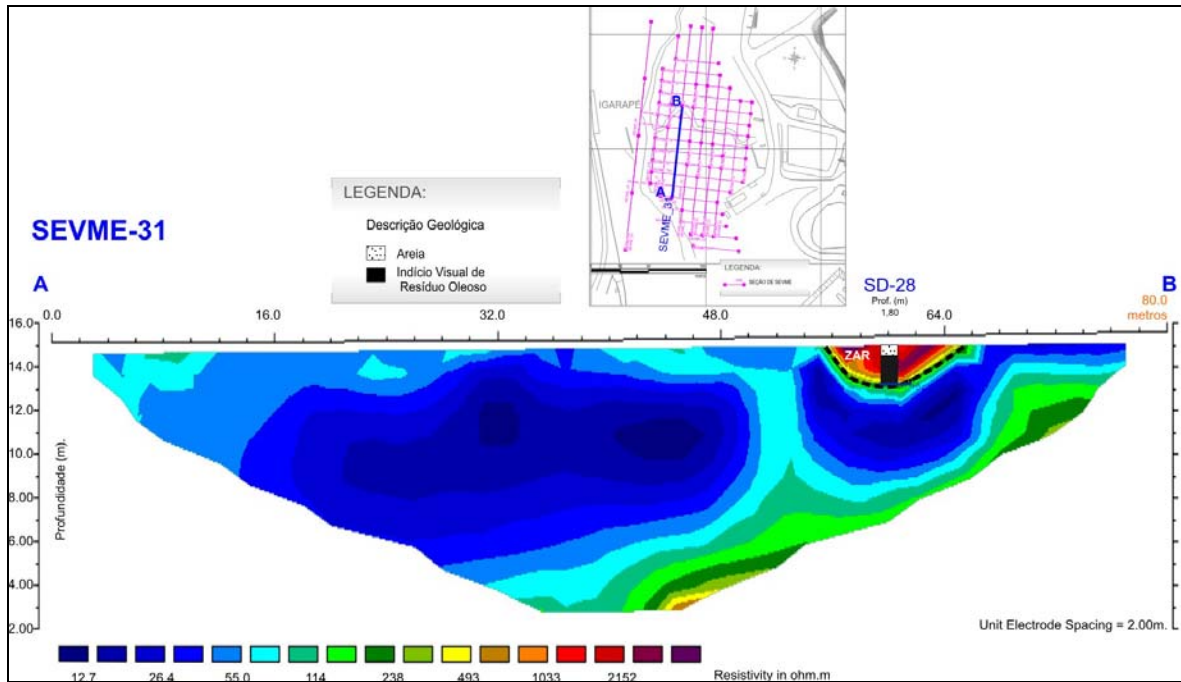


Figura 3 – Seção de SEVME com anomalia resistiva

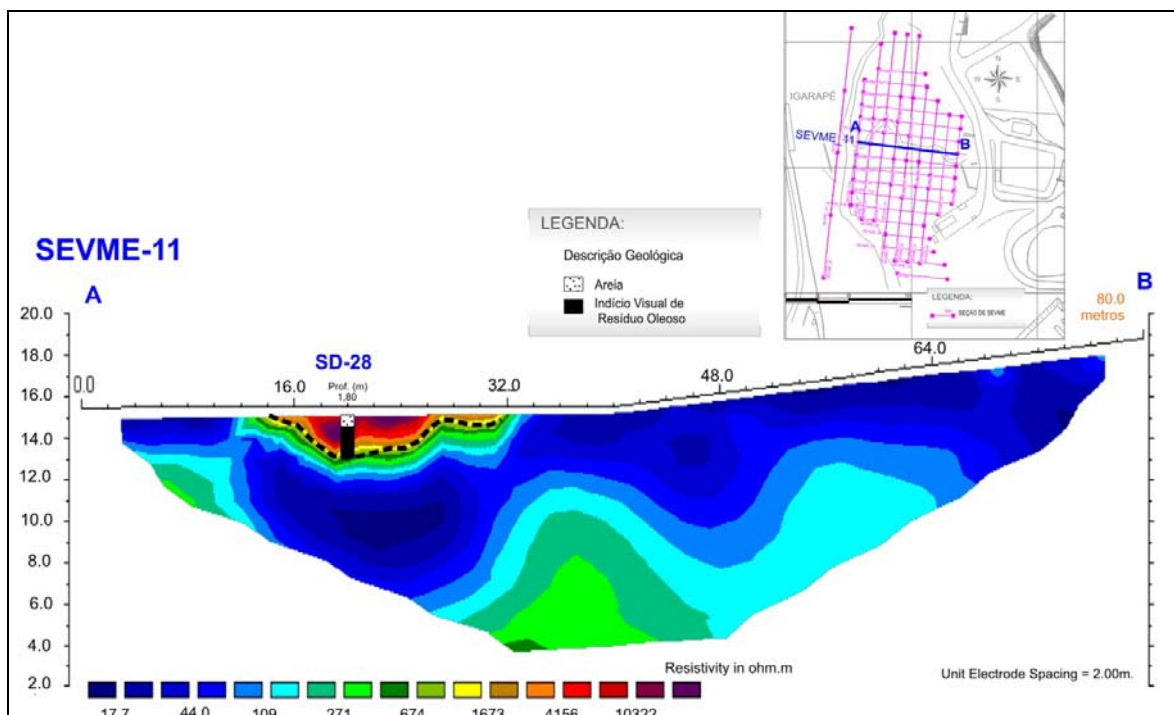


Figura 4 – Seção de SEVME com anomalia resistiva

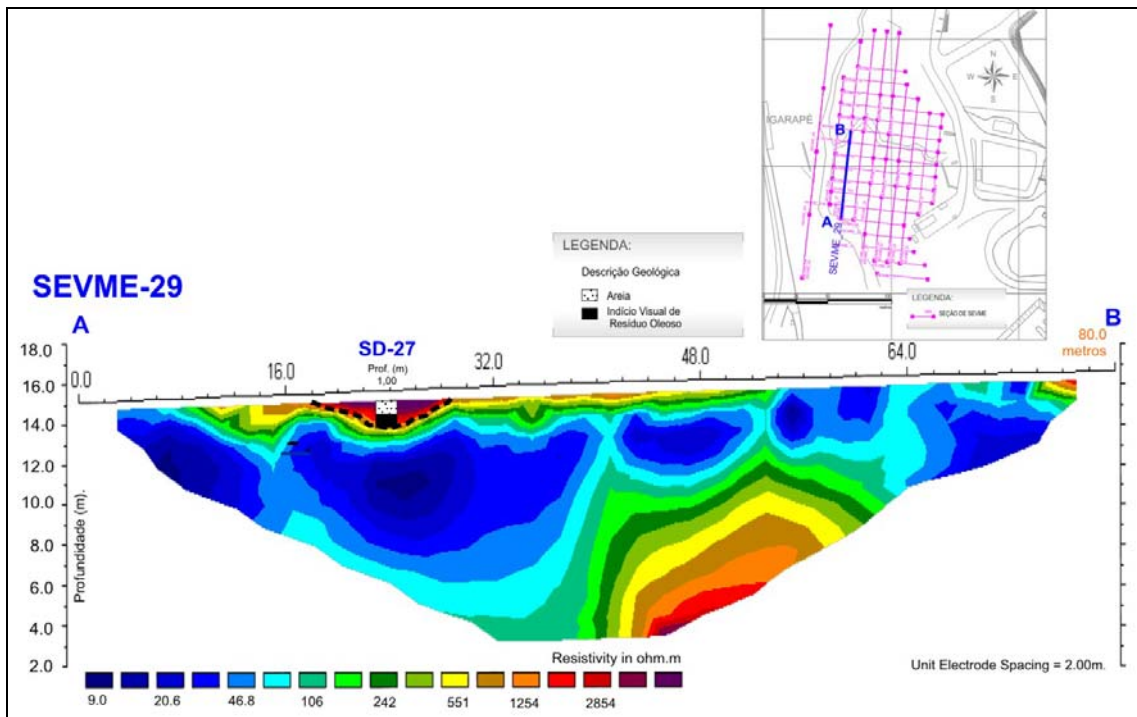


Figura 5 – Seção de SEVME com anomalia resistiva

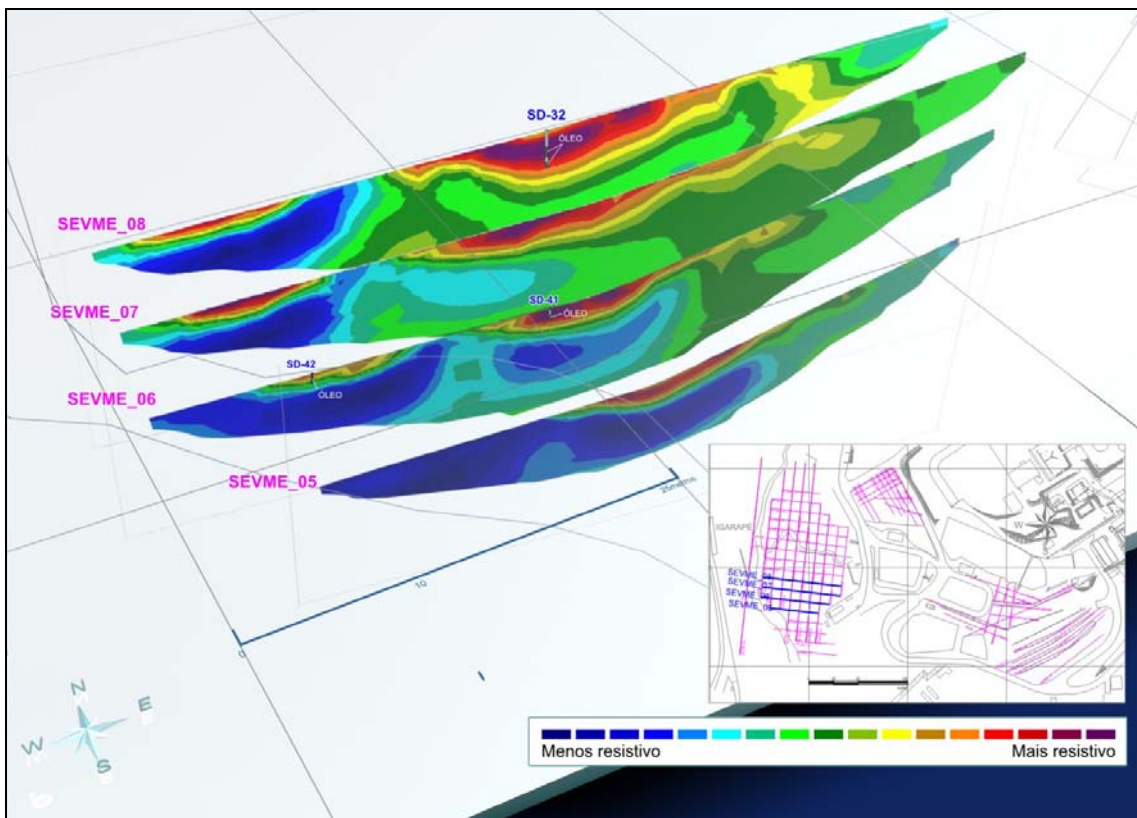


Figura 6 – Seção de SEVME com anomalia resistiva