



Aplicação do método da eletrorresistividade em uma área contaminada por chorume na região metropolitana de Natal/RN

Bruno Raphael Morais de Vasconcelos (DGEF/UFRN), Josibel Gomes de Oliveira Júnior (DGEF/UFRN), Walter Eugênio de Medeiros (DGEF/UFRN).

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th 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

In order to investigate the environmental impact caused by disposal of solid waste in an area located in Natal/RN, a geophysical survey was performed with the resistivity method. This survey was composed by twenty-seven vertical electrical soundings (Schlumberger array). The resistivity values suggest two combined effects: the first one is the area background and the second one is related to a conductive residual anomaly caused by a contamination plume. Additionally the results also seem to indicate the groundwater flux.

Introdução

Nos últimos anos, a disposição de resíduos urbanos tem dirigido a atenção dos órgãos públicos e instituições de pesquisa no sentido de avaliar os impactos desta atividade sobre o meio ambiente. Particularmente em Natal/RN, localizada sobre dunas eólicas que estão associadas à zona de recarga do aquífero que abastece a cidade, estudos geofísicos sobre a contaminação por chorume são extremamente pertinentes.

Desde 1972 todos os resíduos sólidos produzidos na cidade do Natal eram destinados ao lixão de Cidade Nova (Figura 01), localizado sobre um tabuleiro arenoso, composto por extensos cordões de dunas. Até junho de 2004 eram enviados para este local cerca de 1.600 toneladas de resíduos. Como não havia meios adequados para recobrir todo o material depositado, na maioria das vezes, ele era apenas espalhado e compactado, prevalecendo o conceito de lixão a céu aberto (Silva et al, 2005), gerando chorume devido a percolação de águas pluviais através dos resíduos. Estes resíduos causam a proliferação de vetores e contaminam o solo e o lençol freático.

A partir de 2004 iniciou-se o processo de desativação do lixão de Cidade Nova, sendo boa parte dos resíduos domiciliares produzidos em Natal encaminhados para o aterro metropolitano localizado no município de Massaranduba (Da Silva et al, 2005; Figueiredo, 2006), distante 30 Km da Capital. Atualmente, o problema envolvendo resíduos sólidos persiste e não existem pesquisas voltadas para o mapeamento da pluma de contaminação devido ao aos 31 anos em que o lixão de Cidade Nova esteve em atividade. Nesse sentido, serão apresentados resultados preliminares de um levantamento geofísico que teve como principais objetivos contribuir para um melhor entendimento acerca dessa questão, bem como, servir como um guia para escolha de outras metodologias que possam ajudar na resolução do problema.

Metodologia

A maior parte das rochas não é boa condutora de eletricidade e suas resistividades seriam bastante elevadas se não fosse pela presença de água em seus poros (Archie, 1942).

A área onde está localizado o lixão de Cidade Nova encontra-se sobre dunas eólicas, caracterizadas por sua alta resistividade elétrica. Em ambientes como este, a presença de chorume causa fortes alterações nas propriedades elétricas do meio, o que torna o método da eletrorresistividade uma ferramenta adequada para identificar e delimitar plumas de contaminação. Este método consiste em injetar correntes no solo e medir, em superfície, o potencial elétrico entre dois pontos. Em função da corrente injetada e da medida de potencial é possível determinar a resistividade aparente (Orellana, 1972; Telford 1990).

As atividades de campo foram compostas por duas etapas distintas. Na primeira etapa foi realizada uma visita técnica ao interior do lixão e ao seu entorno. Nesta visita foram definidos, com o auxílio de GPS, pontos adequados para realização de sondagens elétricas verticais (SEV's) e também para futuras coletas de água. Na segunda etapa foram realizadas vinte e sete SEV's (Figura 01). Em todas elas o arranjo de eletrodos adotado foi o *Schlumberger*. Na aquisição utilizou-se um resistivímetro fabricado pela empresa ABEM, pertencente ao Departamento de Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Finalmente, para a visualização dos dados foi adotado o programa *Surfer*.

Resultados

Os dados de campo foram analisados sob forma de curvas, seções e mapas de resistividade aparente (Figuras 02, 03, 04, 05 e 06). A análise preliminar destes produtos permite identificar áreas com baixos valores de resistividade que podem estar associados a contaminação por choroume (Gallas et al., 2005; SHIRAIWA et al. 2002; Silva, 2007; Urish, 1983; Meju, 2000; Rosqvist, 2003; Soupios, 2006).

A Figura 02 apresenta uma curva de resistividade aparente obtida junto a um poço da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Esta SEV teve abertura máxima de $AB=400m$ e será futuramente utilizada para a calibração dos dados de campo. Este procedimento será fundamental para a interpretação final das demais curvas de resistividade aparente e permitirá distinguir claramente zonas de baixa resistividade, provocadas pela presença de choroume, de zonas com resistividade também baixas, mas que podem ser causadas devido ao lençol freático e camadas. Assim, é preciso reconhecer que, em cada curva de resistividade aparente, existe a presença de duas componentes: uma componente regional (background), relacionada ao efeito integrado do acamamento e lençol freático e outra componente associada a anomalia residual condutiva. Essa segunda componente é que seria, de fato, o efeito da pluma de contaminação.

As Figuras 03 e 04 ilustram duas pseudo-seções de resistividade aparente posicionadas nas laterais do lixão. A primeira pseudo-seção (Figura 03) é formada pelas SEV's 02, 13, 14, 15 e 16, enquanto a segunda (Figura 04) pelas SEV's 10, 09, 08, 07 e 06. Estas duas pseudo-seções tiveram como objetivo investigar o comportamento da pluma de contaminação, sob influência do lençol freático, nas proximidades do lixão. Já a pseudo-seção apresentada por meio da Figura 05 (SEV's 17, 24, 25, 10 e 27) buscou relacionar valores baixos de resistividade elétrica (entre as posições 0m e 300m), que podem estar associados à contaminação por choroume, no interior do lixão, com o *background* da área. Nos próximos meses, pretende-se realizar um levantamento com radar de penetração do solo (GPR) para confirmar esse comportamento.

A Figura 06 consiste em mapas de resistividade aparente para as aberturas de eletrodos ($AB/2$) iguais a 10m, 40m, 60m e 80m. Observe que em nenhum deles há correção da topografia do terreno. Uma análise preliminar desses mapas sugere que a provável pluma de contaminação (resistividade mais baixa) expande-se lateralmente e diminui de intensidade a medida que a profundidade de investigação aumenta. Adicionalmente, os mapas para $AB/2 = 40m$, 60m e 80m, mostram claramente valores de resistividade mais baixos, preferencialmente, na direção noroeste (marcas vermelhas sobre os mapas correspondentes as aberturas de eletrodos $AB/2= 40m$, 60m e 80m). Após a interpretação final dos dados será possível verificar se essas tendências estão relacionadas a pluma de

contaminação e ao fluxo de água subterrânea. Para confirmar estas observações pretende-se realizar, após o período chuvoso, um levantamento com o método do potencial espontâneo (SP) e coletar amostras de água em poços dentro e fora do lixão.

Conclusões

Neste trabalho foram apresentados os resultados preliminares de um levantamento geofísico que teve como objetivo mapear uma possível pluma de contaminação associada ao choroume produzido pelo antigo lixão de Cidade Nova, localizado na região metropolitana de Natal.

Esse levantamento foi composto por vinte e sete sondagens elétricas verticais que deram origem a curvas, seções e mapas de resistividade aparente.

Os resultados mostraram claramente zonas de baixa resistividade elétrica que podem estar associadas a presença de choroume ou ao lençol freático. Além disso, por meio dos mapas de resistividade aparente, também foram observados baixos valores de resistividade em uma direção preferencial que podem representar o fluxo de água subterrânea. Para confirmar essas observações será necessário concluir a interpretação dos dados de resistividade e realizar levantamentos geofísicos adicionais com os métodos do potencial espontâneo e GPR. Os novos dados serão integrados, promovendo um entendimento mais detalhado sobre o problema de contaminação, bem como das características hidrogeológicas da área.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro (processo nº478582/2011-0). A Companhia de Serviços Urbanos de Natal (URBANA) pela autorização de acesso a área de trabalho e pelo fornecimento de informações sobre o lixão de Cidade Nova. Ao Departamento de Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelos equipamentos de campo e a Polícia Militar do Rio Grande do Norte por promover a segurança da equipe durante os trabalhos de campo.

Referências

ARCHIE GE.1942. The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. Trans. A.I.M.E. 146: 54-64.

DA SILVA IR. GUIMARAES JRL. MORENO J C. 2005. Avaliação da quantidade de resíduos depositados no aterro sanitário metropolitano em relação ao antigo lixão de Cidade Nova. Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

FIGUEIREDO FF. 2006. Esboço histórico da destinação dos resíduos do lixo em Natal, Brasil, período 1920 a 2003. Revista eletrônica de geografia y ciências sociais. Vol. X, 218 (14).

GALLAS JD, Taioli F, Silva sMCP, Coelho OGW & Paim, PSG. 2005. Contaminação por chorume e sua detecção por resistividade. *Rev. Bras. Geof.* [online]. vol.23, n.1, pp. 51-59.

MEJU MA. 2000 - Geoelectrical investigation of old/abandoned, covered landfill sites in urban areas: model development with a genetic diagnosis approach. *Journal of Applied Geophysics*, 44: 115-150.

ORELLANA E. 1972. Prospeccion geoeletrica en corriente continua. Madrid: Paraninfo, 523 p.

ROSQVIST H. DAHLIN T. FOURIE A. ROHRS L. BENGTTSSON A. & LARSSON M. 2003. Mapping of two leachate plumes at two landfill sites in South Africa using geoelectrical imaging techniques. *Proceedings of Ninth International Waste Management and Landfill Symposium*, S. Margherita de Pula (Cagliari), Sardinia, Italy, 10p.

SHIRAIWA S, LISOVSKY SP, ELIS VR, PORSANI JL & BORGES WR. 2002. Estudos geofísicos integrados no lixão de Cuiabá, MT, Brasil – resultados preliminares *Rev. Bras. Geof.* vol.20 no.3 São Paulo Sept./Dec.

SILVA EMM. MENESES CGR. MORENO J C. 2005. Degradação Ambiental da Área do Lixão Devido ao Acúmulo de Resíduos Sólidos. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

SILVA, R. W. C. MALAGUTTI FILHO, W. COSTA, A. F. MOREIRA, C. A. 2007. Application of the electrical resistivity method in studies of contamination in cemetery Case of Vila Resende Piracicaba / SP - Brasil. In: 10th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & EXPOGEF, 2007, Rio de Janeiro. *Unveiling the Earth*. Rio de Janeiro : Mundo Virtual.

SOUPIOS P. PAPAPOPOULOS I. KOULI M. GEORGAKI I. VALLIANATOS F. KOKKINOU E. 2006. Investigation of waste disposal areas using electrical methods: a case study from Chania, Crete, *Environmental Geology*.

TELFORD WM, GELDART LP & SHERIFF RE. 1990. Applied geophysics. Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 770 p.

URISH, DW. 1983. The practical applications of surface electrical resistivity to detection of groundwater pollution. *Ground Water* 21 (2), pp. 144-152.

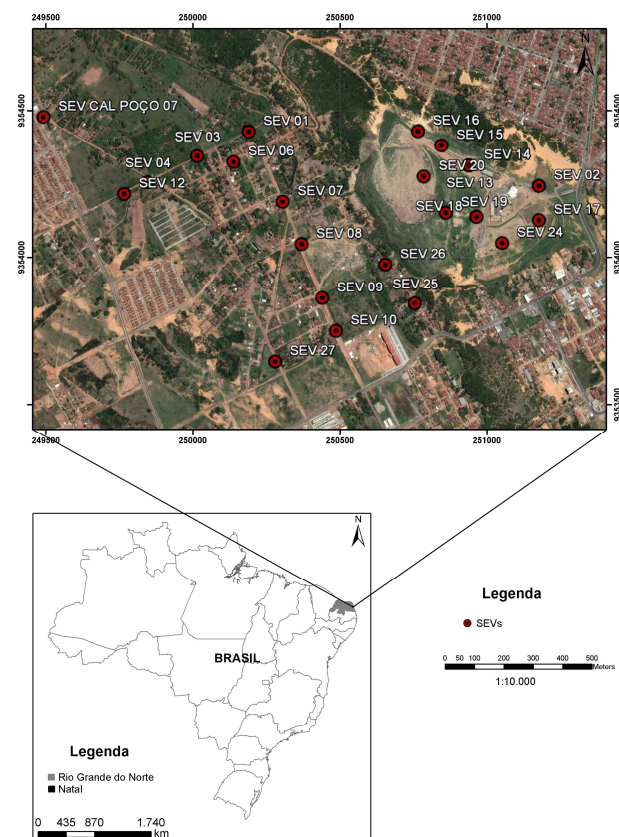


Figura 01 – Fotografia aérea do lixão de Cidade Nova em Natal/RN. Por meio desta Figura é possível observar sedimentos amarelados, associados a dunas arenosas, e as vinte sete sondagens elétricas verticais realizadas dentro e fora do lixão.

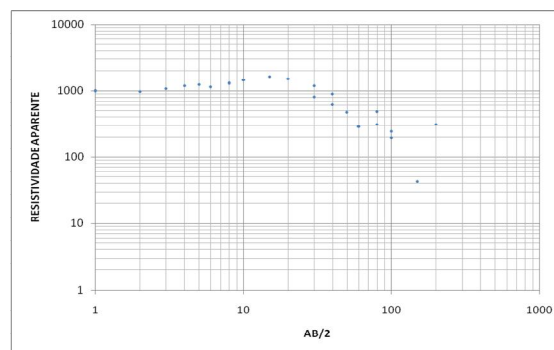


Figura 02 – Sondagem elétrica vertical obtida ao lado do obtida junto a um poço da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Esta SEV

teve abertura máxima de $AB/2=200\text{m}$ e será utilizada para a calibração dos dados de campo.

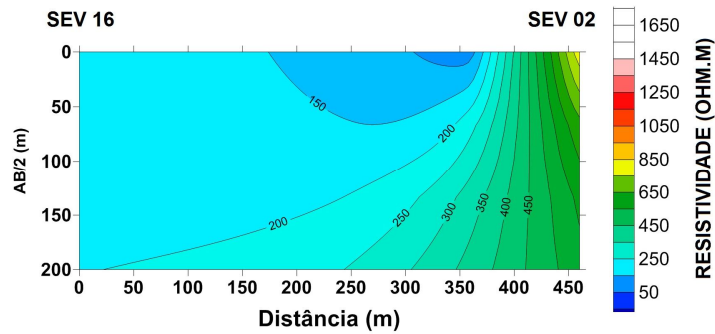


Figura 03 – Pseudo-seção de resistividade aparente composta pelas SEV's 13, 14, 15 e 16.

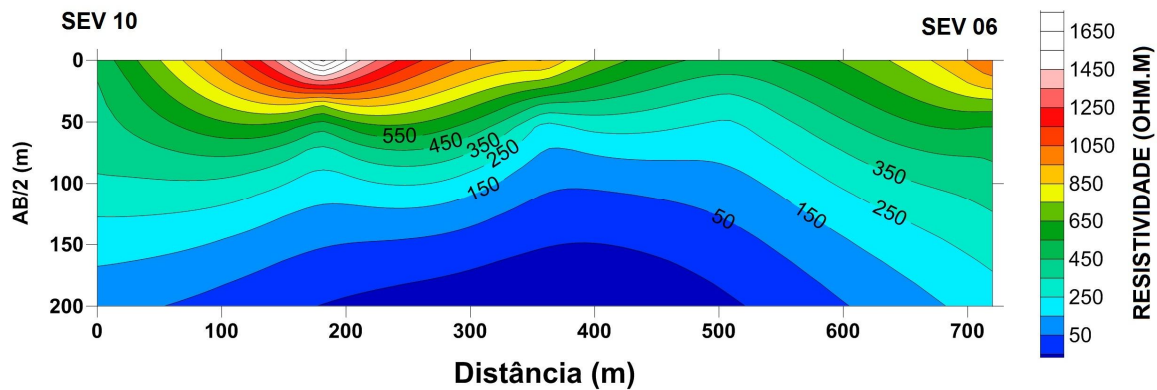


Figura 04 – Pseudo-seção de resistividade aparente composta pelas SEV's 10, 09, 08, 07 e 06.

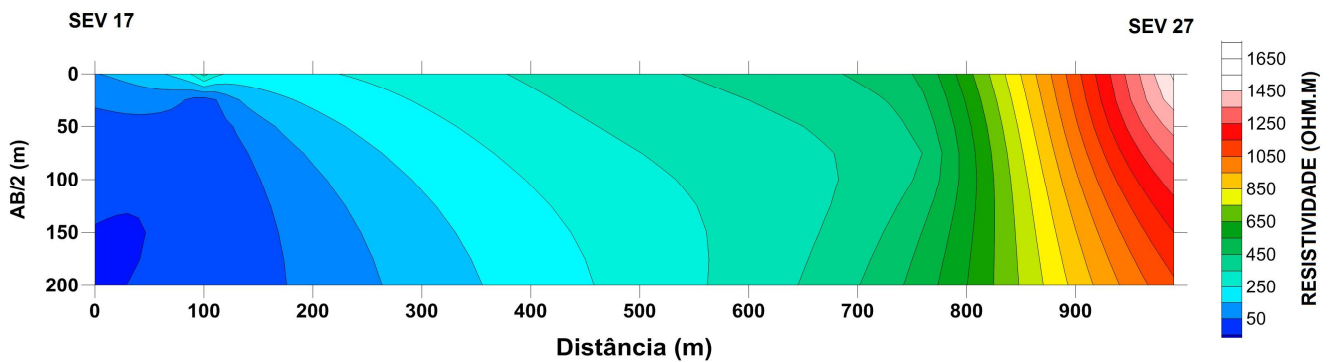


Figura 05 – Pseudo-seção de resistividade aparente composta pelas SEV's 17, 24, 25, 10 e 27. Esta Pseudo-seção buscou relacionar valores baixos de resistividade elétrica (entre as posições 0m e 300m) com o *background* da área.

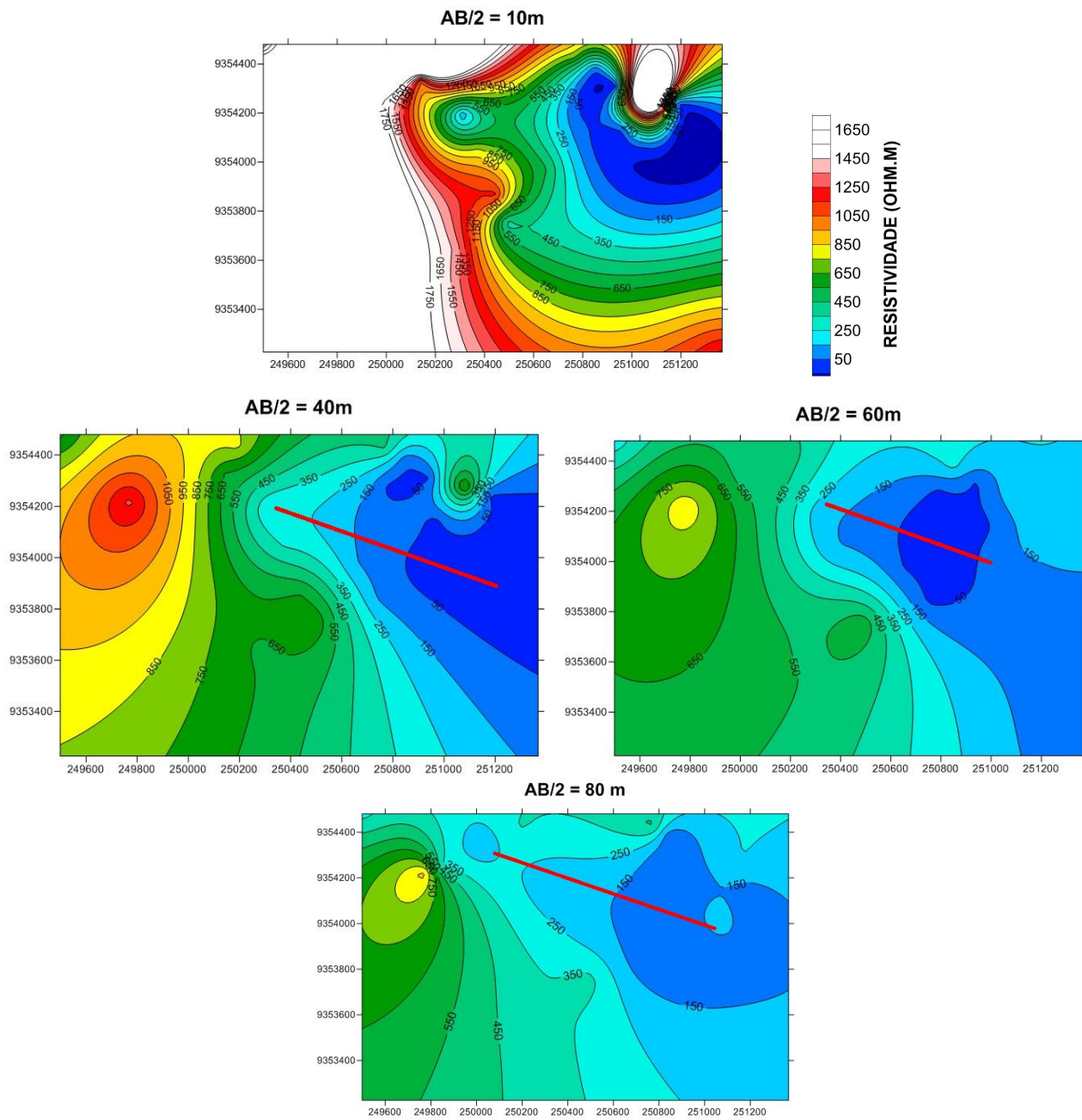


Figura 06 – Mapas de resistividade aparente para aberturas de AB/2= 10m, 40m, 60m e 80m. Estes mapas mostram claramente valores de resistividade mais baixos, preferencialmente, na direção noroeste (marcas vermelhas sobre os mapas correspondentes as aberturas de eletrodos AB/2= 40m, 60m e 80m), que podem estar associados ao fluxo de água subterrânea.