

Contaminação e detecção de material orgânico por método da eletrorresistividade

Carlos H. Alexandrino; Israel César Santana Júnior; Jefferson Batemarque Gomes; Paulo Henrique Gomes Silva; Rafael Miquelão Gottardi. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campos Avançado do Mucuri.

Copyright 2014, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica. Este texto foi preparado para a apresentação no VI Simpósio Brasileiro de Geofísica, Porto Alegre, 14 a 16 de outubro de 2014. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VI 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

Apresenta-se nesse trabalho a descrição de uma experiência para simular o efeito da presença da solução salina no subsolo. O método utilizado foi o da eletrorresistividade, com a emprego da técnica do Caminhamento Elétrico. Os resultados obtidos mostram que a resistividade aparente é fortemente influenciada pela presença de materiais tóxicos, como por exemplo, o choro.

Introdução

Um estudo sobre contaminação de solo tem o intuito de prever anomalias que possam afetar o meio ambiente, com isso foram utilizados métodos da eletrorresistividade para mapear e consequentemente amenizar os danos causados.

Com o aumento do consumo humano, tem se tornado frequente, o acúmulo de lixo em aterros sanitários, por exemplo, em que o choro produzido pode escoar e alcançar um lençol freático ou um aquífero. Outro exemplo seria o choro liberado pela decomposição de corpos em um cemitério (que geralmente se situa em locais elevados, como morros), tendo também o impacto sobre aquífero e/ou lençóis freáticos (GALLAS *et al* 2005).

Dentre os fatores que potencializam a utilização dos métodos da eletrorresistividade, para fins de estudo litológicos, um dos mais importantes é a diferença de potencial presente no solo. Essa condição é que permite a imensa possibilidade de aplicação do método em estudos ambientais e hidrogeológicos, pois normalmente as substâncias contaminantes geram líquidos com alta concentração em sais (GALLAS *et al*. 2005).

Área de Estudo

Esse estudo foi realizado em uma área dentro do Campus da UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, no Município de Teófilo Otoni/MG, através de uma simulação do evento investigado, fazendo a abertura de uma vala para simular um aquífero fraturado, conforme descrito na figura (1).



Figura 1 – foto da preparação da experiência

Em termos geomorfológicos, o município está compreendido na unidade “Planaltos Dissecados do Leste de Minas”, em uma “zona de pontões”, caracterizada por formas de relevo evoluídas por processos de erosão diferencial e descamação concêntrica. (MAGALHÃES JR., A.; MOREIRA, P. F.).

Fundamentação Teórica

Pertencente ao grupo dos métodos geoeletricos, a eletrorresistividade, é um método geofísico cujo princípio está baseado na determinação da resistividade elétrica dos materiais que, juntamente com a constante dielétrica e a permeabilidade magnética, expressam fundamentalmente as propriedades eletromagnéticas dos solos e rochas. Os diferentes tipos de materiais existentes no ambiente geológico, apresentam como uma de suas propriedades fundamentais o parâmetro físico resistividade elétrica, o qual reflete algumas de suas características servindo para caracterizar seus estados, em termos de alteração, faturamento, saturação, etc., e até identificá-los litologicamente, sem necessidade de escavações físicas” (BRAGA, A. C. O., 2007).

Existem duas técnicas principais do método da eletrorresistividade. São elas, a Sondagem Elétrica Vertical – SEV e o Caminhamento Elétrico – CE. A técnica da SEV consiste em uma sucessão de medidas de um parâmetro geoeletrico, efetuadas, a partir da superfície do terreno, mantendo-se uma separação crescente entre os eletrodos de emissão de corrente e recepção de potencial. Quando os eletrodos são alinhados na superfície do terreno de maneira simétrica, e durante a sucessão de medidas, a direção do arranjo e o centro do dipolo de recepção de potencial permanecem fixos. “Existem dois tipos principais de arranjos para o desenvolvimento da técnica da SEV: Shlumberger e Wenner.” (BRAGA, A. C. O., 2007).

Neste estudo, optou-se pela técnica do CE. Essa técnica está relacionada à resistividade, que é obtida a partir de medidas feitas na superfície do local analisado, sendo

investigada sua variação na horizontal confirmando sua profundidade. Sendo assim, o CE é usado mais comumente na aquisição de dados para confecção e plotagem de mapeamentos de subsolo e subsuperfícies, uma vez que a resistividade de rochas e materiais litológicos, assim como água, e resíduos poluentes podem ser facilmente identificados (MOREIRA et al., 2009).

Utilizou-se nesse trabalho o arranjo dipolo-dipolo em que a profundidade de investigação depende diretamente do espaçamento entre os eletrodos, sendo Z a profundidade do nível investigado e R o espaçamento entre os centros dos eletrodos, temos que $Z=R/2$, onde R é a distância entre os centros dos dipolos considerado (AB e MN). Entretanto, na prática, essa relação é vista com maior coerência se for utilizado um valor de R aproximadamente igual a um quarto da profundidade do nível investigado.

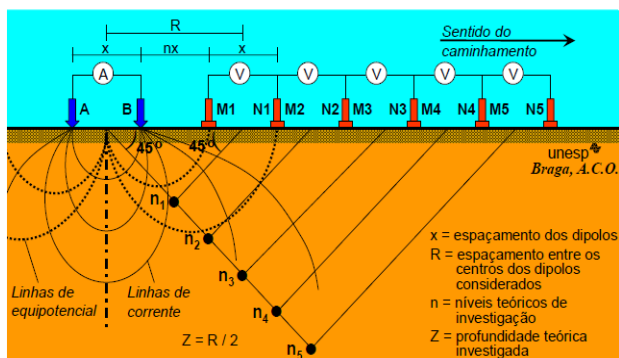


Figura 2 – Arranjo de desenvolvimento Dipolo-Dipolo – CE. Fonte: (BRAGA, A. C. O., 2007).

A expressão utilizada para calcular a resistividade aparente é:

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Obtida por meio da emissão de uma corrente I, emitida através de dois eletrodos A e B e a diferença de potencial ΔV, usualmente medida através dos eletrodos de potencial ditos M e N. Com isso é possível obter a resistividade aparente ρ_a.

$$k = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN}} \quad (2)$$

onde K é o fator geométrico que depende das distâncias entre os eletrodos de corrente (A e B) e de potencial (M e N), I é a corrente gerada entre os eletrodos de corrente e ΔV a diferença de potencial estabelecida entre M e N.

Materiais e Métodos

Para a execução do estudo, utilizou-se dois tubos de PCV, preenchidos de espuma, com orifícios ao redor de suas bases, de forma que permitissem, gradualmente, a vazão da solução ionizada. Após a abertura da vala, foi usado um pedaço de forro PCV (figura 3) para a divisão

da vala em duas células, uma para recebimento da solução ironizada e outra a água comum, para comparação.



Figura 3 – Preparação do local do experimento

A vala foi preenchida de paralelepípedo (granito) e coberta pelo material do solo, composto predominantemente de argila e os tubos posicionados, conforme mostra a figura (3). Em seguida, delimitado sua área real e posicionando quatro linhas (seções) dispostas paralelamente, com espaçamento de 0,25 m entre os eletrodos, sendo assim possível, mapear quatro níveis de profundidade com até 0,5m abaixo do solo. Os tubos foram preparados, figura (4) e fixados no local.



Figura 4 – Preparação dos tubos para realização do experimento.

Utilizando uma fonte de corrente alternada de 20V e um multímetro calibrado em $200\mu\text{A}$ foi coletado, por meio da técnica do CE (arranjo dipolo-dipolo), uma malha de 94 medidas contendo resultados em ddp (diferença de potencial), para cada linha investigada, dispostas nos quatro níveis.

Após a coleta e organização dos dados, foi calculado o fator geométrico e a resistividade aparente (ρ_a) em cada ponto investigado para obtenção das pseudo seções geoeletricas.

Resultados

A figura (5) mostra o esquema de distribuição das linhas de medidas do arranjo utilizado. As linhas 1 e 4 são as externas e as linhas 2 e 3 são as centrais. Os tubos por onde foi inserido a solução salina estão entre as linhas 2 e 3.

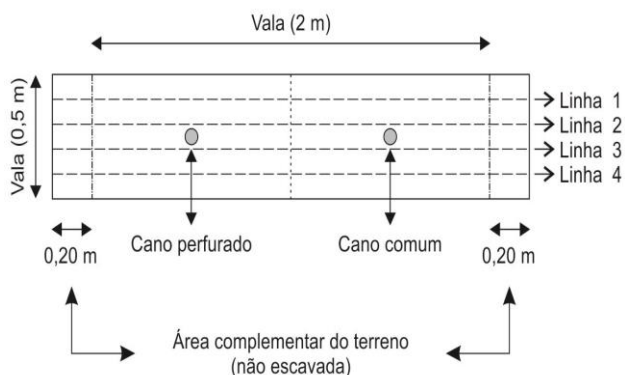


Figura 4 – Esquema das distribuição das linhas para realização da medidas

Após a inserção da solução salina, esperou-se 30 minutos para realização da primeira medição. Uma hora depois foi realizada a segunda medição.

Apresenta-se nas figuras (6a e 6b) os resultados das pseudo-seções geoeletricas da linha 1. Observa-se que o valor da resistividade aparente diminui sensivelmente entre as duas medições, em função da difusão a solução salina introduzida nos tubos.

As figuras (7a e 7b) mostram os resultados para as pseudo-seções geoeletricas da linha 2, entre os dois intervalos de tempo e as figuras (8a e 8b) as pseudo-seções geoeletricas da linha 3. Pode-se observar uma forte variação da resistividade aparente entre as duas medidas, tanto na linha 2, quanto na linha 3.

As figuras (9a e 9b) expõem o resultado da linha 4. Essa linha apresentou a menor variação entre os valores medidos entre os dois instantes de tempo.

Conclusão

A experiência descrita nesse trabalho apontou que a resistividade aparente é intensamente afetada pela presença da solução salina. Desta forma, o método geoeletrico da eletrorresistividade, quando aplicado a técnica do Caminhamento Elétrico mostrou-se uma

excelente ferramenta para realização de monitoramentos ambientais. E a simulação descrita nesse trabalho pode ser utilizada para treinamento dessa excelente técnica geofísica.

Agradecimentos

À direção do Instituto de Ciência Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pelo incentivo e orientação no processo de aprendizagem dos métodos geoeletricos. Ao técnico responsável pelo Laboratório de Física, o prof. Fausto Cyrano de Oliveira pela orientação e ajuda no manuseio dos aparelhos elétricos.

Referências

BRAGA, A. C. O. **Geofísica Aplicada – Módulo: Métodos Geoeletricos Aplicados nos Estudos de Captação e Contaminação das Águas Subterrâneas.** UNESP – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Rio Claro – 2007.

MAGALHÃES JR., A.; MOREIRA, P. F. **Eventos de “desequilíbrio morfodinâmico” na evolução da evolução geomorfológica de Minas Gerais – O caso de Teófilo Otoni/Carai – Região Nordeste do Estado.** – UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais – *Geonomos* – Vol. 6, nº 2, p.23 – 32; - 1998.

GALLAS, J. D. F. et al. **Contaminação por choro e sua detecção por resistividade.** Revista Brasileira de Geofísica, v. 23, n. 1, p. 51-59, jan./mar. 2005.

MOREIRA, C. A.; BRAGA, A. C. de O.. **Anomalias de Cargabilidade em Aterro de Resíduos Sólidos Domílicios.** Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, v. 27, n.1, p. 55-62, jan./mar. 2009.

MOREIRA, C. A.; BRAGA, A. C. de O.; FRIES, M.. **Degradação de resíduos e alterações na resistividade elétrica, pH e Eh.** Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, v. 27, n.2, p. 283 – 293, abr./jun. 2009.

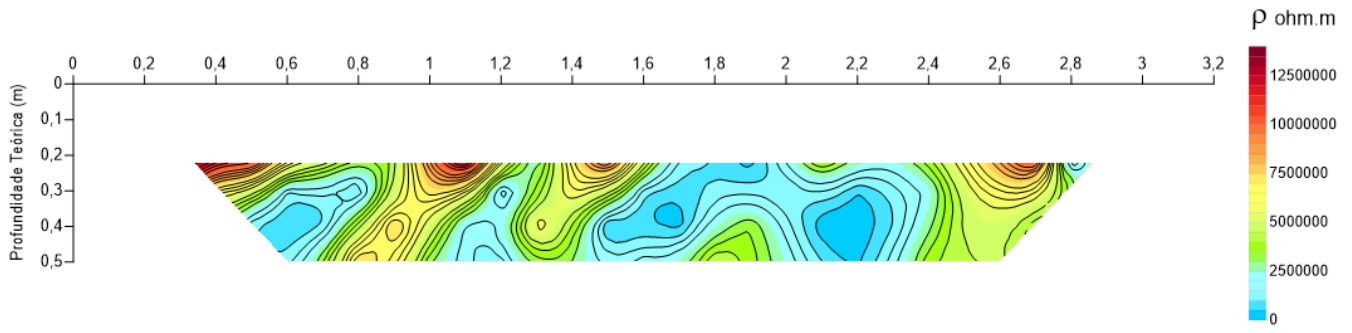


Figura 6a – Pseudo seção geoeétrica da resistividade aparente da linha 1 medição as 08h45min.

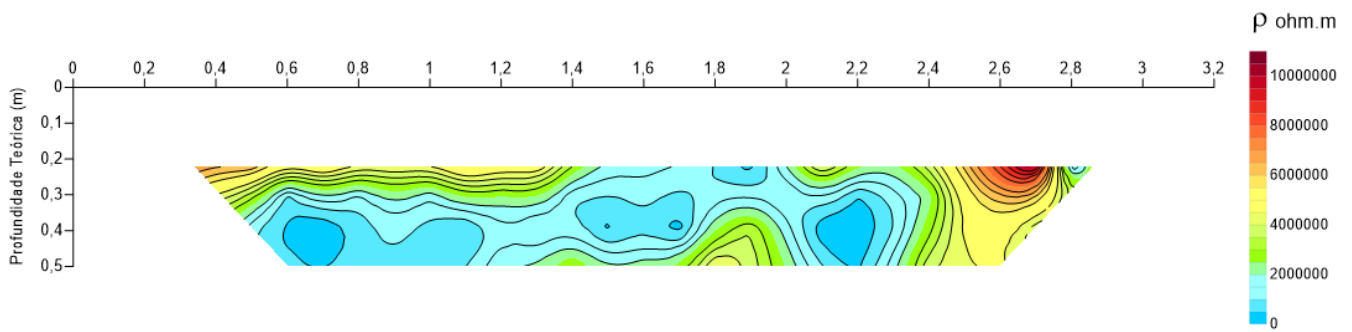


Figura 6b – Pseudo seção geoeétrica da resistividade aparente da linha 1 medição as 09h45min.

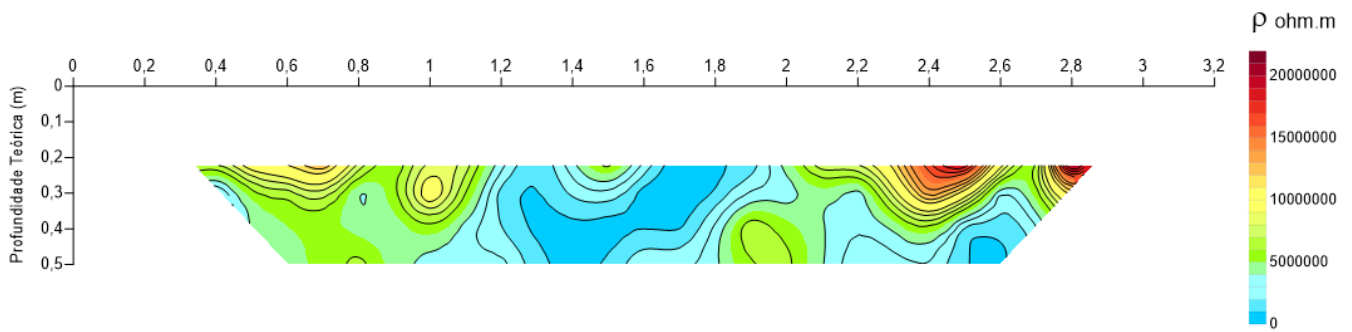


Figura 7a – Pseudo seção geoeétrica da resistividade aparente da linha 2 medição as 08h45min.

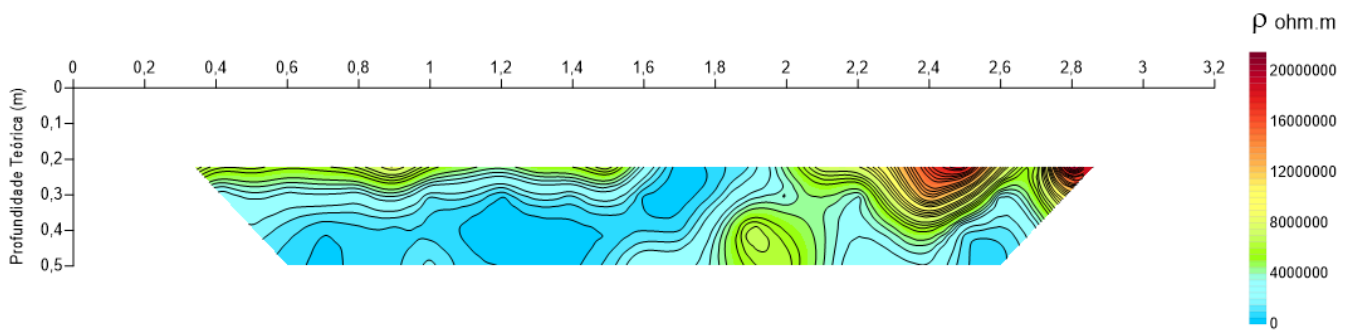


Figura 7b – Pseudo seção geoeétrica da resistividade aparente da linha 2 medição as 09h45min.

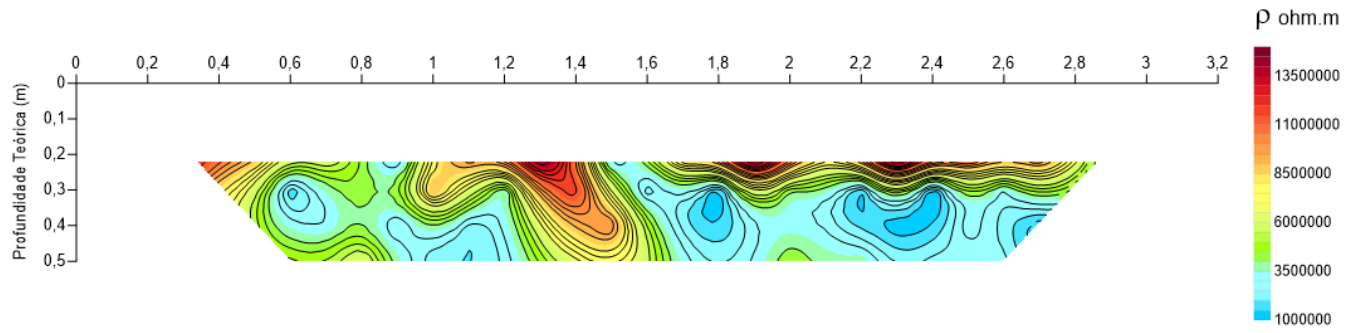


Figura 8a – Pseudo seção geolétrica da resistividade aparente da linha 3 medição as 08h45min.

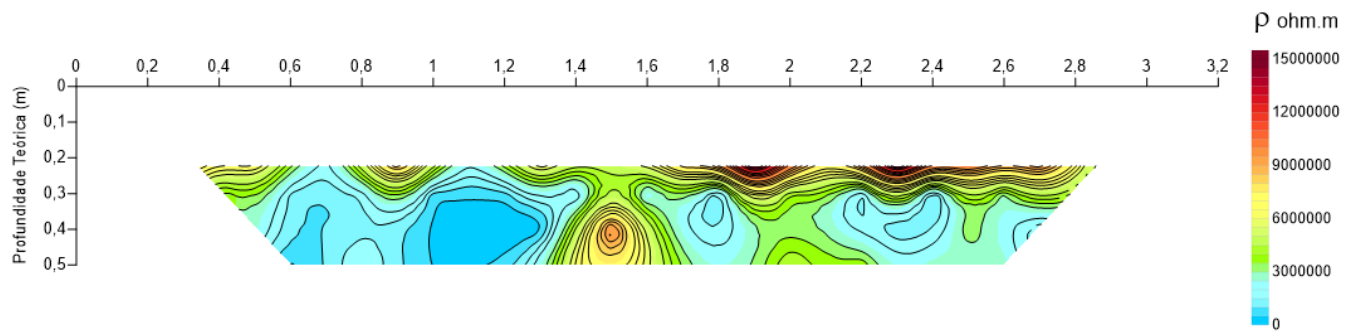


Figura 8b – Pseudo seção geolétrica da resistividade aparente da linha 3 medição as 09h45min.

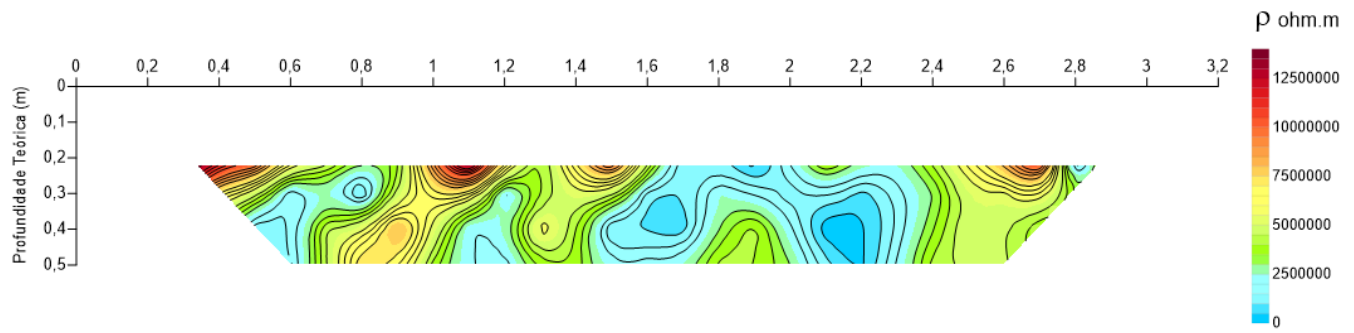


Figura 9a – Pseudo seção geolétrica da resistividade aparente da linha 4 medição as 08h45min.

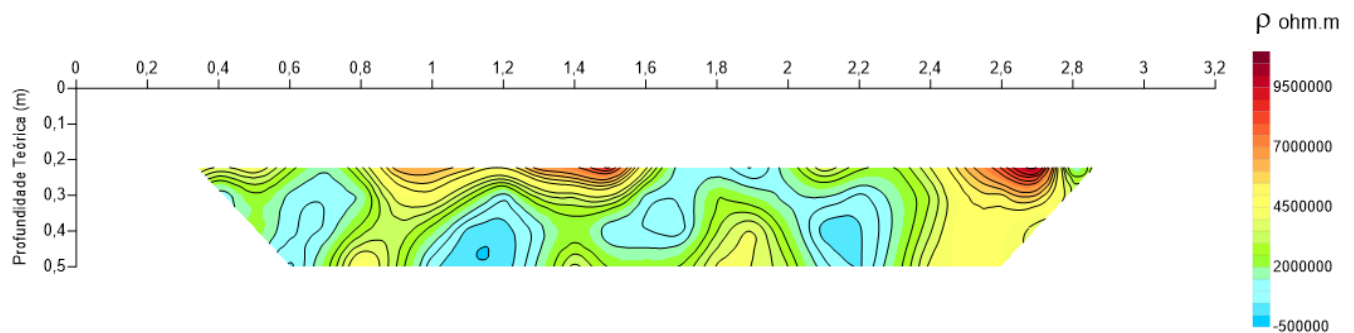


Figura 9b – Pseudo seção geolétrica da resistividade aparente da linha 4 medição as 09h45min.