



Desenvolvimento de Método Alternativo para o Ensino da Técnica do Caminhamento Elétrico

Luan Viana dos Santos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Carlos Henrique Alexandrino, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Copyright 2016, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Ouro Preto, 25 a 27 de outubro de 2016. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VII 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

A utilização de métodos geofísicos vem crescendo nos últimos anos, com aplicações nas mais diversas áreas, como prospecção de água e identificação de minérios. O ensino das técnicas necessárias se dá de forma prática, através da realização de atividades de campo. Algumas universidades, no entanto, não dispõem de condições adequadas para a realização destas atividades. Este projeto, desenvolvido por estudantes de Engenharia Hídrica, elaborou um sistema alternativo e eficaz para possibilitar práticas de métodos geofísicos, especialmente o caminhamento elétrico, em universidades com menos recursos, caso da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, onde este estudo foi realizado.

Introdução

Geofísica, segundo a Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGF), é o estudo do interior da Terra através de procedimentos realizados na sua superfície. Diferente da geologia, onde os estudos das rochas são feitos através da coleta e análise de amostras retiradas de forma intrusiva, os métodos geofísicos investigam a sub-superfície através dos princípios da Física.

Estudos de terremotos, tsunamis, movimentação das placas tectônicas, prospecção de água e minerais, problemas de engenharia e mapeamento geológico são algumas das aplicações da geofísica (Universidade Federal do Pará – UFPA). A importância dessa ciência e a sua variada gama de aplicações faz com que o conhecimento dos métodos geofísicos seja de extrema importância para diversos profissionais, destacando-se, além dos geofísicos, geólogos, arqueólogos e engenheiros.

Por este motivo, inúmeras universidades incluem em suas grades disciplinas que visam ensinar princípios da geofísica bem como alguns dos métodos e técnicas mais populares nesta ciência. Infelizmente, em muitos dos casos, o ensino se restringe a conceitos teóricos devido à dificuldade do ensino dos métodos em campo, por questões logísticas, econômicas, climatológicas e até mesmo didáticas, falta de equipamentos adequados e disponibilidade de cronograma.

Como qualquer outro procedimento prático, o entendimento do funcionamento dos métodos geofísicos

se torna menos eficiente quando não se praticam as técnicas estudadas. A busca por alternativas de ensino se tornam então essenciais para estudantes e universidades.

Sabendo-se da dificuldade existente para a prática dos métodos geofísicos em campo, tomando por base a realidade vivida na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), os estudantes da disciplina Métodos Geofísicos para Prospecção de Águas Subterrâneas (EHD121), sob orientação do professor doutor Carlos Henrique Alexandrino, desenvolveram um sistema simples e de fácil replicação que possibilita o ensino da geofísica, em especial a técnica do caminhamento elétrico (CE), para alunos dos próximos semestres e de outras universidades que enfrentarem situações semelhantes.

Metodologia/ Problema Investigado

Visando aperfeiçoar o ensino de métodos geofísicos, especificamente da técnica do caminhamento elétrico (CE), em escolas e universidades, desenvolveu-se um sistema simples e eficaz que pode ser utilizado para realização dos procedimentos exigidos sem a necessidade de visitas e trabalhos de campo.

O sistema consiste em uma caixa plástica resistente com dimensões aproximadas 52 x 41 x 20 (largura x comprimento x altura, em cm), onde foram depositados diferentes tipos de materiais com o intuito de simular as diversas camadas do solo. Areia, brita, água, terra e uma pedra de dimensão considerável foram colocados de forma organizada de modo a formar camadas que pudessem ser identificadas através da técnica do CE.

Os procedimentos necessários para a realização do CE foram ensinados previamente aos estudantes através de aulas teóricas e utilização de simuladores livres para melhor compreensão dos processos. Foram fornecidos os materiais necessários, sendo eles um gerador de tensão, um amperímetro e um voltímetro, então, realizaram-se os procedimentos padrões do CE, buscando mensurar a resistividade aparente no maior número de pontos possíveis, para maior eficiência dos resultados.

Com os valores obtidos, realizaram-se as manipulações matemáticas necessárias, feitas através do *software LibreOffice* e uma planilha com os valores da resistividade aparente em diversos pontos foi elaborada. A planilha foi trabalhada posteriormente no *software livre Surfer*, oitava versão, a fim de gerar os mapas de arranjo

de campo onde podem ser observados a resistividade aparente de cada área do sistema.

Através da interpretação dos mapas, pode-se observar e identificar locais onde a resistividade aparente destoa do esperado, quando comparado as demais camadas, indicando locais onde podem ser encontrados materiais específicos, como poços de água ou minas de minérios.

Resultados

Com o auxílio do professor Carlos Alexandrino, os estudantes, devidamente matriculados na disciplina citada previamente, montaram uma simulação da sub-superfície do solo, dentro de uma caixa de plástico resistente e escuro, de modo que as camadas internas não pudessem ser vistas.

O objetivo foi conseguir identificar a existência das diferentes camadas de maneira não-intrusiva, através da técnica do CE, que fora previamente ensinada aos alunos. Foram utilizados uma fonte, um amperímetro e um voltímetro, de pequenas dimensões e capacidades, que não seriam eficientes usados em escala real, sendo, no entanto, os únicos equipamentos disponíveis na UFVJM. Desta forma, os alunos poderiam praticar a técnica sem a necessidade de deslocamento para áreas abertas e utilizando os aparelhos já existentes.

Para a execução da técnica do caminhamento elétrico, a qual visa identificar as camadas do solo horizontalmente, e em diferentes profundidades, fez-se a divisão da caixa em linhas e colunas, para melhor identificação dos pontos onde seriam colocados os dipolos para fornecimento da tensão e medição da corrente e tensão nos diferentes pontos da caixa. A divisão pode ser vista na Figura 1.



Figura 1 - Divisão das linhas e colunas

Na Figura 2, vemos uma representação do funcionamento do CE, onde os dipolos AB são responsáveis por medir a tensão existente no ponto e os dipolos MN identificam as correntes. As distâncias entre AB, BM e BN são responsáveis pela variação do ponto e profundidades investigadas. No estudo aqui apresentado, o caminhamento foi executado em dois sentidos, para

esquerda e para a direita, a fim de obter maior número de dados.

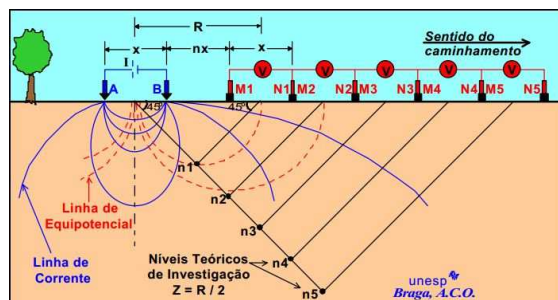


Figura 2 - Esquema representativo do caminhamento elétrico. Fonte: Braga A.C.O.

Utilizando os aparelhos citados anteriormente, mede-se a corrente e a voltagem em diferentes pontos. Para a obtenção da resistividade aparente, objeto de estudo deste trabalho, fez-se necessário a manipulação dos resultados através de expressões matemáticas, contando com o auxílio do *software LibreOffice*. Para cálculo da resistividade aparente (ρ_a), utilizou-se a seguinte expressão:

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

Na equação (1) K é o fator geométrico, V a diferença do potencial elétrico e I a corrente elétrica. O fator geométrico K é estimado pela equação (2) que depende da disposição dos eletrodos ABMN; x = espaçamento dos dipolos e n = nível de investigação correspondente, conforme descrito da equação (3). (BRAGA).

$$K = 2 \cdot \pi \cdot G \cdot x \quad (2)$$

e

$$G = \frac{1}{\frac{1}{n} - \frac{2}{n+1} + \frac{1}{n+2}} \quad (3)$$

Com isso, obtiveram-se valores de resistividade aparente para pontos presentes nas 4 linhas da caixa, distas 12 cm uma da outras, vistas anteriormente na Figura 1 e em 3 profundidades diferentes, 6, 12 e 18 cm. Os resultados das resistividades são exibidos na Tabela 1.

Tabela 1 - Resistividade aparente medida

	A1	A2	B1	B2	C
Linha 1	2500.5	33631.33	20191.5	65833	79881.1
Linha 2	1102.7	2163.99	8131.4	3903.5	7704.3
Linha 3	2500.7	2060.75	1342.4	5654.7	13794.5
Linha 4	330.1	1541.79	128.03	6388.3	31722.8

Onde A1 = Profundidade 1, Sentido 1; A2 = Profundidade 1, Sentido 2; B1 = Profundidade 2, Sentido 1; B2 = Profundidade 2, Sentido 2; e C = Profundidade 3, Sentido único.

Para cada linha, um mapa foi elaborado. Para especulação dos valores nas demais áreas da caixa, utilizou-se o método de interpolação Krigagem, disponível no software *Surfer*. Com os valores interpolados, primeiramente criou-se um 'post map', através de comando com mesmo nome, para identificação dos pontos exatos os foram realizadas as medidas.

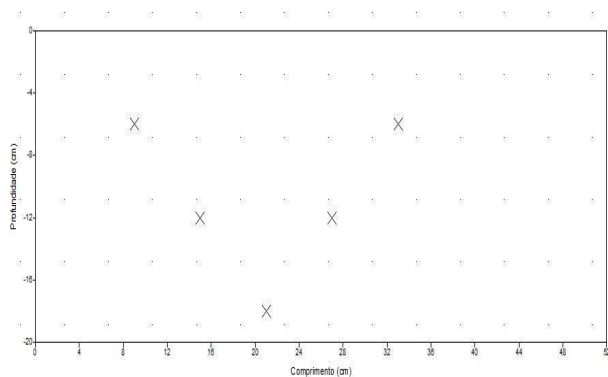


Figura 3 - Figura 2 – locais de medidas no modelo

Logo após, utilizou-se o comando 'contour map' para plotagem das curvas de contorno obtidas com a interpolação, identificando os locais de mesma resistividade aparente e classificando-os em escala de cores, sendo branco locais de menores resistividades e em vermelho pontos onde a resistividade aparente é mais elevada.

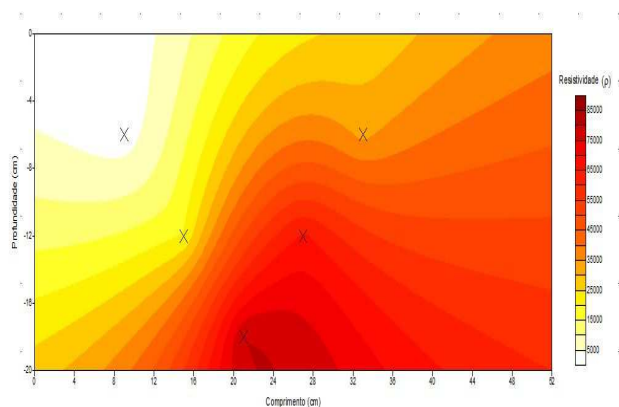


Figura 4 – Resistividade aparente estimada para a linha 1

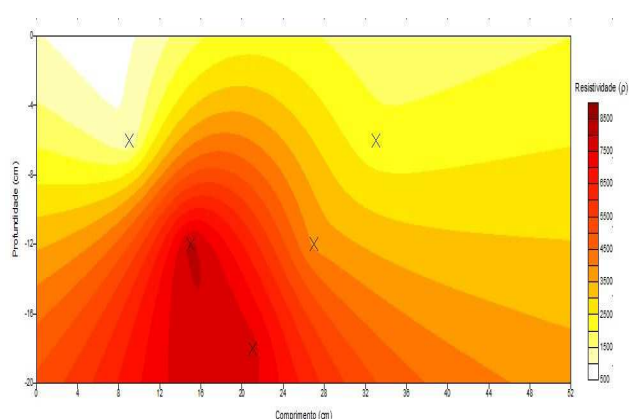


Figura 5 – Resistividade aparente estimada para a linha 2

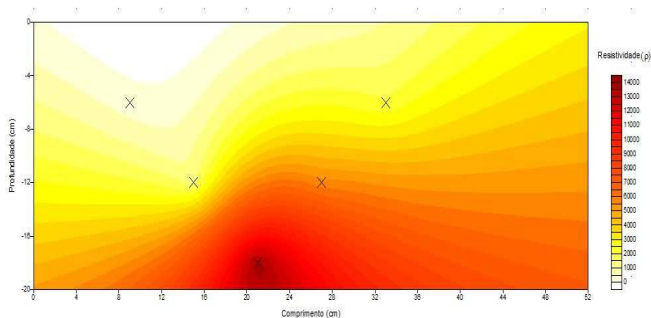


Figura 6 - Resistividade aparente estimada para a linha 3

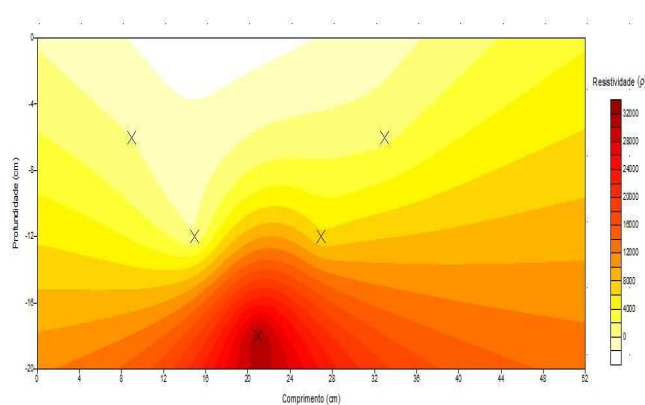


Figura 5 - Resistividade aparente estimada para a linha 4

Nos mapas de contorno exibidos acima, percebe-se a tendência de aumento proporcional da resistividade com ao aumento da profundidade, com os pontos de maior resistividade centralizados nas camadas mais profundas do sistema. Esse comportamento era esperado devido a presença de materiais menos condutores, como as britas, no fundo da caixa.

Discussão e Conclusões

O sistema mostrou-se eficiente para a realização do método do caminhamento elétrico sem a necessidade de práticas de campo ou de utilização de equipamentos de alta precisão – e custo. Através de uma adaptação

simples e eficaz, reduziu-se tempo e custo que seriam necessários para o ensinamento da mesma técnica em campo.

Os resultados obtidos para a resistividade apresentou variações elevadas entre as diferentes linhas. Isto pode ter sido consequência da pequena distância entre a fonte geradora de tensão e os medidores, em algumas das linhas. Além disto, a inexperiência dos estudantes na aplicação da técnica é um fator que contribui para a imprecisão dos dados, não sendo suficiente, no entanto, para a invalidação dos mesmos.

Na Figura 5, onde é apresentado o mapa obtido para a linha 2, observou-se o ponto de resistividade aparente máxima em posição diferente da apresentada nas outras linhas. Constatou-se então, que este ponto de maior resistividade era exatamente onde a pedra de maior dimensão havia sido inserida entre as camadas do solo. Isto comprova a eficácia do método, possibilitando identificação de áreas de menor condutância, característica de rochas não cristalinas e outros minérios.

Temos então que o sistema, guardadas as devidas proporções, é um substituto viável para ocasiões onde a prática de campo for inviável, por quaisquer motivos, apresentando resultados aceitáveis e permitindo que estudantes que não contam com os melhores equipamentos aprendam também de forma prática a realizar a técnica geofísica do Caminhamento Elétrico.

Agradecimentos

Aos demais discentes matriculados na disciplina, que contribuíram de forma essencial para a elaboração deste método alternativo de ensino.

Ao técnico Fausto Cyrano de Oliveira, pelo auxílio no manuseio dos equipamentos.

A Deus, sobre todas as coisas.

Referências

BRAGA, Antônio Celso de Oliveira. **Métodos Geométricos Aplicados**. Universidade Estadual Paulista.

SBGf – Sociedade Brasileira de Geofísica. Disponível em: <http://www.sbgf.org.br/geofisica/geofisica.html>. Acesso em 18 abr. 2016.

UFPA – Universidade Federal do Pará. Faculdade de Geofísica. Disponível em: <http://www.geofisica.ufpa.br/index.php/oquee>. Acesso em 18 abr. 2016.