



LEVANTAMENTO DE SEÇÕES COM O EMPREGO DO ELETORRESISTIVÍMETRO EM MODELO REDUZIDO – TANQUE PILOTO.

Ezequiel A. da Silva¹ (IC)*, Antônio L. F. Santos¹ (PQ), Júlia P. de Carvalho¹ (IC), Marcos V. L. B. Costa¹ (IC)

¹ Universidade Estadual de Goiás, Campus Central – Sede: Anápolis – CET

E-mail: ezequiel@aluno.ueg.br

BR-153 3105 Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis - GO, 75132-903

Resumo: Nos últimos anos a pauta ambiental vem sendo tratada com maior rigor pelo fato que nem todos os recursos ambientais são renováveis. Com a evolução tecnológica o grau de poluição humana, como a infiltração de combustível no solo vem sendo colocada em destaque, já que não sabemos como a influência dos hidrocarbonetos presente no solo pode influenciar a humanidade e o solo. A eletorresistividade é um método geoeletrico que determina a resistividade elétrica dos materiais, caracterizando e tipificando perfis geotécnicos. Com isso, foi possível coletar os dados de três situações em um tanque piloto construído no Sítio Geofísico da Universidade estadual de Goiás. A primeira situação se refere a um solo em condições naturais, a segunda com a presença de água no solo, e a terceira situação simula um solo com a presença de contaminantes por hidrocarbonetos. Através do método geoeletrico utilizado para coleta de dados e determinação da linha do caminamento elétrico para caracterização do perfil, foi possível identificar a diferença de resistividade entre os materiais presentes no tanque, além que destacar o aumento da resistividade com a injeção do hidrocarboneto. Ainda, foi possível observar uma alta percolação da água pelo tanque.

Palavras-chave: Poluição. Hidrocarbonetos. Eletorresistividade. Tanque.

Introdução

As atividades antrópicas decorrentes do crescimento populacional e industrial, intensificaram a contaminação do solo e dos recursos hídricos, sejam eles superficiais ou subterrâneos. Dependendo das características do solo e de sua ocupação, as contaminações podem ocorrer de forma mais rápida e periculosa (NOGUEIRA, 2010). Para Souza e Gandolfo (2012), as aquisições geofísicas são ferramentas que auxiliam os pesquisadores e projetistas na análise ambiental de diversas regiões, pois



coletam informações de maneiras não invasivas, alcançando grandes profundidades e um vasto número de medidas por um curto intervalo de tempo.

Com a descoberta da resistividade das rochas e da condutividade do solo, foi possível aplicar os métodos elétricos em prospecção mineral já no século XX (ORELLANA, 1972). Ainda, segundo Orellana (1972) a eletrorresistividade é um método geoeletrico que determina a resistividade elétrica dos materiais, caracterizando e tipificando perfis geotécnicos. Por ter uma metodologia rápida e fácil, diversos pesquisadores optam por esse caminho, visto que os resultados alcançados são satisfatórios. Conrad Schlumberger e Frank Wenner são alguns dos pesquisadores que mais contribuíram para o desenvolvimento do método da eletrorresistividade no mundo, ambos desenvolveram a introdução do arranjo de quatro eletrodos para medidas de resistividade em superfície.

Gandolfo (2007) afirma que na geologia, o método da eletrorresistividade encontra um enorme leque de aplicações, como a determinação de camadas de solo, identificação de anomalias presentes nos terrenos da região estudada, monitoramento de contaminantes e caracterização de objetos enterrados. Isso ocorre pela variação da condução elétrica por cada material presente no solo analisado, em decorrência da condutividade heterogênea dependendo da sua composição.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado dentro do Sítio Geofísico (SCGRA-ENG) do Campus Central – Sede: Anápolis - CET, da Universidade Estadual de Goiás, a qual localiza-se na Fazenda Barreiro do Meio, à leste da BR 153 à uma elevação aproximada de 800m (latitude 16° 19' 13,2" S, longitude 48° 53' 1,2" W), Anápolis – GO. A Figura 1 apresenta o local de realização do presente estudo:



Figura 1: Localização da Área de Estudo (Satélite).



Fonte: Google Earth (2022).

A área de estudo compreende em um tanque de dimensões úteis de 2m de largura, 3m de comprimento e 0,5m de profundidade, o qual foi escavado no local de estudo. O mesmo foi revestido por uma manta de borracha a fim de isolar o local do experimento. No canto superior direito do tanque, foi disposto uma tubulação PVC de 100mm, disposta até o fundo do mesmo, na qual ainda foi colocada uma bóia, onde injeta-se água para recarga do tanque. Mais abaixo, inseriu-se uma tubulação PVC de 50mm para o controle do NA (nível d'água). Com uma tubulação semelhante a anterior, ao centro, foi instalado o ponto de injeção do hidrocarboneto.

É importante destacar que a manta foi toda coberta pelo solo do próprio local, o qual é definido como sendo, um Latossolo Vermelho Amarelo e Plintossolo Pétrico, os quais são solos compostos por teores de ferro, classificando-o como ácido.

Por fim, outra tubulação PVC de 100mm foi colocada até o fundo do tanque para monitoramento do mesmo. Todo esse procedimento foi realizado a fim de simular a contaminação do solo por hidrocarboneto, lembrando que, o contaminante utilizado foi a gasolina. Além disso, o nível de água durante a fase de análise da contaminação foi mantido a cerca de 10cm do fundo da manta.

A figura 2 mostra o tanque piloto na qual foi realizado os estudos. Nota-se que o tanque se encontra aterrado com o solo local.

Figura 2: Tanque Piloto para estudo.



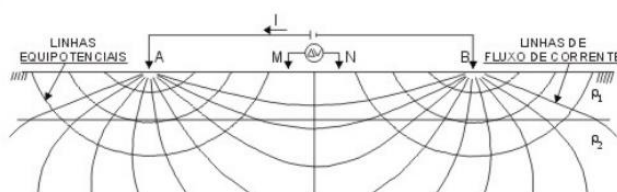
Fonte: Autoria Própria (2022).

As leituras referentes a Eletrorresistividade do solo, foram realizadas com o auxílio do Resistivímetro *SuperSting Earth Resistivity* da AGI (*Advanced Geosciences, Inc.*). As mesmas, foram feitas a partir de hastes metálicas, introduzidas no solo, interligadas entre si, por um sistema de caminhamento de multi-eletrodos. A distância entre cada eletro foi de 15cm, assim como recomenda o fabricante do resistivímetro. Tais leituras, foram realizadas utilizando o método Schlumberger e Wenner, uma vez que, os dois arranjos mostram-se mais eficazes para a análise da variação da resistividade lateralmente, mantendo a profundidade constante.

Arranjo Schlumberger

Este é um método utilizado principalmente quando a análise das sondagens elétricas requer uma precisão vertical, uma vez que o mesmo, se mostra mais eficiente. Todo o sistema é alinhado de maneira que, os eletrodos de potencial (MN) são dispostos no centro, os quais são colocados entre os eletrodos (AB). A figura 3 apresenta a descrição do arranjo.

Figura 3: Arranjo Schlumberger



Fonte: BORGES, cap. 2- Métodos Geofísicos



Assim são introduzidas correntes elétricas, entre as hastes, a resposta final, são diferença de potenciais (voltagem) e correntes (ampère). Desta forma, temos a resistividade aparente do solo.

$$\rho = k \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

A fator k para a disposição dos eletrodos é obtido através da seguinte equação:

$$k = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{AM} \right) - \left(\frac{1}{AN} \right) - \left(\frac{1}{BM} \right) + \left(\frac{1}{BN} \right) \right]}$$

Sabe-se, que para uma boa aquisição de dados, o fabricante do equipamento recomenda que a resistência de contato do solo deve ser menor ou igual a 2k Ohm e que sem nenhum procedimento prévio, a resistência obtida no solo utilizado no estudo, foi muito acima do recomentado pelo método.

Arranjo Wenner

A fim de obtermos uma boa precisão longitudinalmente, utilizamos também o método Wenner, o qual é disposto da mesma maneira que o arranjo Schlumberger, fazendo assim a medição dos dois métodos em um só caminhamento. A resposta deste método são potenciais elétricos, que são divididos pelas correntes injetadas, obtendo assim, a resistência aparente do solo.

Para a profundidade de penetração de cada haste, utilizamos aproximadamente 0,10m. Outrossim, as medidas de resistividade foram feitas em 3 cenários diferentes. Para o primeiro deles foram feitas a análises da resistividade aparente do solo, sem a presença de água. O outro viés de análise, é foi feito a partir do solo com a injeção de água. E por fim, os parâmetros foram analisados, com a presença do hidrocarboneto. Para o estudo foram adicionados 5 litros de contaminante.



Em busca da correção desse fator, introduziu-se uma solução de água e sal, aliados a colocação de alumínio no “pé” de cada haste, a fim de atingirmos a resistência de contato ideal. A figura 4 apresenta a medição do perfil 2, considerando a presença do hidrocarboneto:

Figura 4: Leitura do Perfil 2.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Estas 3 análises, foram feitas a fim de estabelecermos um comparativo da resistividade antes e a após a contaminações. É importante ressaltar que, para as leituras já com a presença do hidrocarboneto, foram utilizadas hastes menores revestidas com alumínio, fixadas ao solo através de uma mistura de betonita (argila muito fina do grupo dos minerais) e água salinizada. Esta mistura, torna-se uma massa compacta, que ajuda a manter a umidade no local de fixação do eletrodo, assim, mantém-se a resistência de contato do solo ideal.

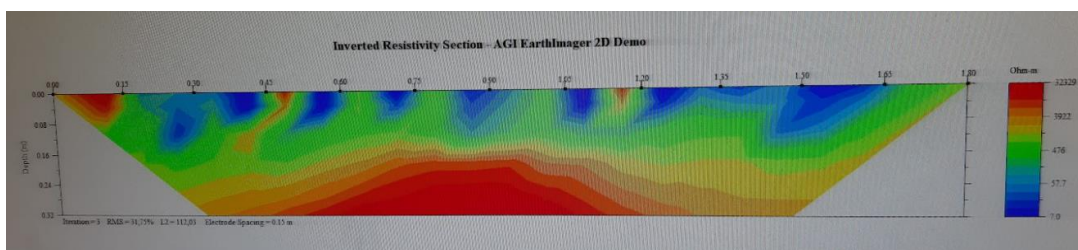
Resultados e Discussão

Estabelecidos os requisitos previamente descritos, foram realizadas 8 linhas de caminhamento elétrico para definição das condições naturais do material, ou seja, anteriores a contaminação e sem a presença de água. Logo após, foram realizadas 8 linhas de caminhamento elétrico com a presença de água e por fim, 6 linhas com a presença de um contaminante por hidrocarboneto (gasolina). Todas espaçadas entre si, por 30cm.



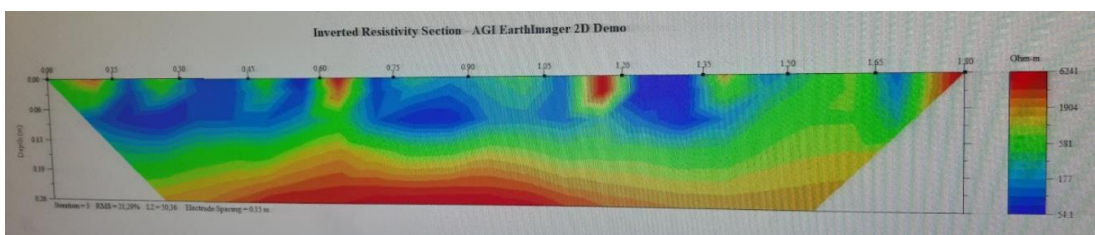
A seguir será feito a apresentação de uma linha de caminhamento elétrico de cada situação, exemplificando uma parte do extenso trabalho de pesquisa. Os resultados serão mostrados sob a forma de modelos de inversão, que demonstram a variação da resistividade elétrica por meio de uma escala de cores, em uma relação de profundidade x distância.

Figura 5: Linha 7 – Sem a presença de água e contaminante (Schlumberger).



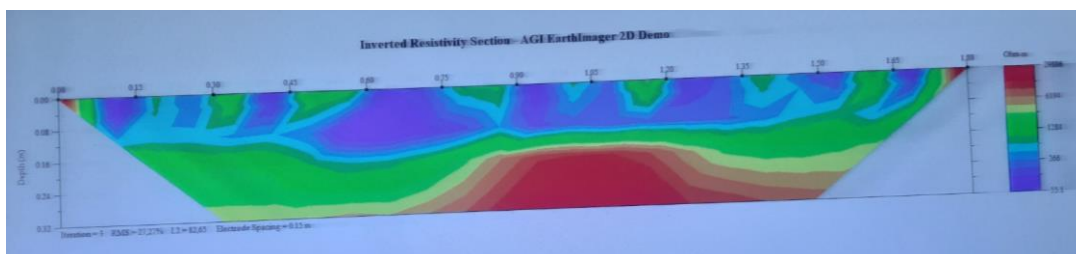
Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 6: Linha 7 – Sem a presença de água e contaminante (Wenner).



Fonte: Autoria Própria (2022).

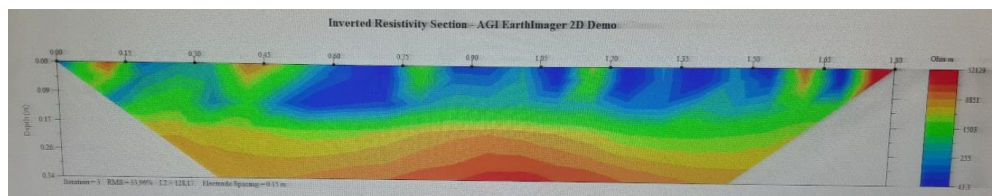
Figura 7: Linha 7 – Com a presença de água e sem contaminante (Schlumberger).



Fonte: Autoria Própria (2022).

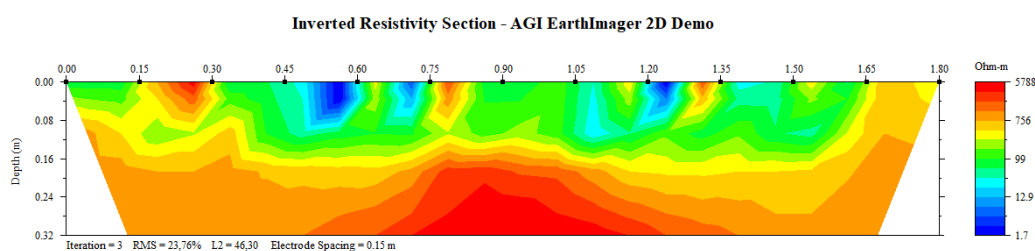


Figura 8: Linha 7 – Com a presença de água e sem contaminante (Wenner).



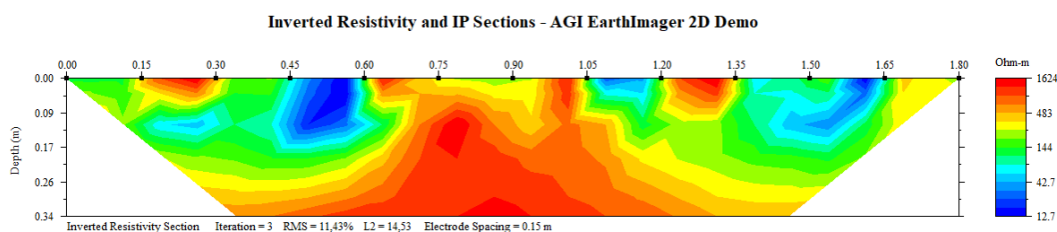
Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 9: Linha 2– Com a presença de água e com contaminante (Schlumberger).



Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 10: Linha 2 – Com a presença de água e com contaminante (Wenner).



Fonte: Autoria Própria (2022).

É possível identificar aumento de resistividade em todos os níveis geoeletricos estudados após a injeção de gasolina. Isso se deve ao caráter resistivo do contaminante e seu elevado contraste com a zona insaturada. Além disso, é possível notar uma redução na resistividade com o passar do tempo, visto o cronograma de medições seguindo as situações anteriormente citadas. É notória a presença de água nas três situações, identificada pela baixa resistência apresentada em pontos específicos nos perfis. No primeiro e no terceiro caso, isso se deve a introdução de água para redução da resistência dos eletrodos. Já o segundo, simula um solo com grande presença de água.



Considerações Finais

O trabalho resultou em dados satisfatórios apesar das adversidades, como a época de chuva e a pandemia. Além da grande quantidade de ruídos ao método geofísico utilizado.

Ocorreu o aumento imediato da resistividade com o emprego do contaminante (gasolina), mostrando que os derivados de petróleo são caracterizados por valores de resistividade extremamente elevados quando presente no solo em percolação recente. A alta dispersão da água e do contaminante, sugere que o solo possui um valor de porosidade elevado, isso se deve a falta de compactação do solo anteriormente retirado e repostado ao local. Os resultados dos modelos de inversão são condizentes com os padrões esperados para hidrocarbonetos presente na zona saturada do perfil de alteração.

Dados futuros pretendem mostrar o comportamento do contaminante com o tempo, mostrando possíveis alterações da resistividade ao decorrer de sua dispersão e degradação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio e fomento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), por meio da concessão de bolsa de estudos do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a partir do programa de pesquisa do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Além disso, os autores agradecem ao Tribunal de Contas do Estado de Goiás pela disponibilização de alguns equipamentos utilizados para a aquisição de dados.

Referências



BRAGA, A. MOREIRA, L. **Estudo Geofísico de Vazamento Controlado de Alcool Combustível em Escala Laboratorial.** Revista Brasileira de Geofísica, 2011.

BRAGA, A. C. de O.; MOREIRA, C. A.; CARDINALI, M. T. **Variação Temporal da Resistividade Elétrica em contaminação por gasolina.** UNESP, Geociências, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 517-525, 2008.

GANDOLFO, O. C. B. **Um Estudo Do Imageamento Geolétrico Na Investigação Rasa.** p. 215, 2007.

GONÇALVES, L. SANTOS, A. **Identificação e Classificação dos Solos do Campus Henrique Santillo.** Artigo Acadêmico (Projeto de Pesquisa e Extensão), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019.

NOGUEIRA, A. K. **Uso de geoprocessamento para mapeamento de vulnerabilidade como instrumento de gestão de águas subterrâneas em aparecida de Goiânia/GO.** 2010. 135p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, 2010.

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

SOUZA, L. A. P., GANDOLFO, O. C. B. Métodos geofísicos em geotecnia e geologia ambiental. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, 2(2), 9-27., 2012.

REALIZAÇÃO

PRG
Pró-Reitoria de
Graduação

PRP
Pró-Reitoria de
Pesquisa e
Pós-Graduação

PRE
Pró-Reitoria de
Extensão e
Assuntos Estudantis



Universidade
Estadual de Goiás