

Caracterização de área de nascente aterrada no perímetro urbano de Cuiabá – MT: o uso da resistividade 2D

Arruda, T. I. M., FAGEO-UFMT; Novaes, C. D., FAGEO-UFMT; Duarte, R. S. S., Projeto AGUA PARA O FUTURO; Fachin, S. J. S., FAGEO-UFMT

Copyright 2018, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VIII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salinópolis, 18 a 20 de setembro de 2018. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VIII 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

Geophysical prospecting is often used in hydrogeological and environmental researches, since it allows a non-invasive, rapid and economical evaluation. The main objective of this work was to determine the applicability of the resistivity 2D method in the investigation of moisture zones for the identification of buried springs. The results allowed to correlate the resistivity values with the geological features. The occurrence of two distinct layers of resistivity was observed, which one was characterized by ranges of low values 1.0 - 2.6 Ohm.m and the another of high values 2.6 - 4.1 Ohm.m. High resistivity values were correlated to the sandy and gravelly material, while low resistivity values may be associated to the phyllites and fractures filled with water. The results also showed that very low values of resistivity may be associated to a possible zone of humidity.

Introdução

Considerando o parâmetro da resistividade elétrica como uma ferramenta apropriada na prospecção de recursos hídricos, bem como neste estudo, a aplicação do método geofísico de resistividade 2D pode auxiliar na identificação e caracterização de zonas de umidade no subsolo que conseqüentemente pode ser estar associada a uma possível área de nascente aterrada.

A seleção da nascente de estudo foi baseada nos relatórios do IPEM (2008) e de Duarte e Cruz (2017). O primeiro relatório apresentou a caracterização e identificação de nascentes na área urbana de Cuiabá. O segundo relatório constatou a degradação da nascente aterrada utilizando-se da técnica de sondagem direta. Portanto, a análise geofísica representa uma importante ferramenta de natureza não invasiva, que auxilia e complementa a investigação de uma possível zona saturada em água em subsuperfície.

Este trabalho tem o objetivo de caracterizar uma área de nascente aterrada, localizada na Rodovia Estadual Arquiteto Helder Cândia (Rodovia Estadual MT-10), por meio da aplicação do método da resistividade 2D.

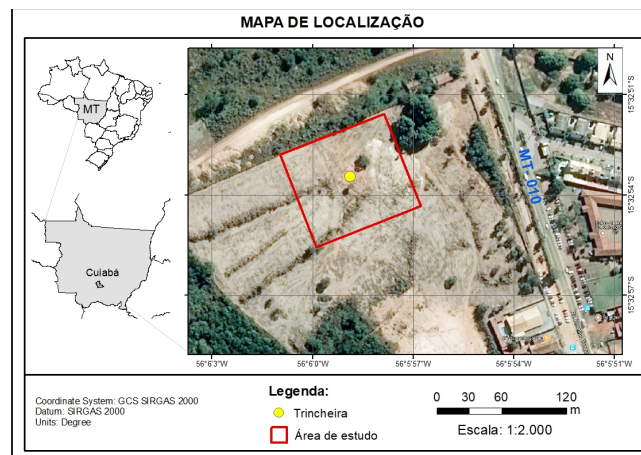


Figura 01. Mapa de localização da área de estudo, delimitado pelo retângulo vermelho. A área de estudo está situada no bairro Ribeirão do Lipa, seu acesso é feito pela Rodovia Estadual MT-010 sentido Cuiabá – Distrito Nossa Senhora da Guia.

Metodologia

Segundo Telford et al (1990), a prospecção de recursos hídricos é baseada no princípio da eletrorresistividade, cujo parâmetro analisado é a resistividade elétrica do meio. O método da resistividade consiste em injetar corrente elétrica no solo e medir a diferença de potencial elétrico resultante em superfície, por meio de um par de eletrodos (estacas de metal) cravados no solo. A resistividade elétrica dos solos e rochas é definida pela dificuldade da passagem (fluxo) de corrente elétrica através destes materiais. Os materiais geológicos apresentam ampla faixa de variação de resistividade, dependendo da composição mineral, porosidade, grau de saturação, resistividade do fluido de poro e aspectos texturais (Telford et al., 1990).

Informações bidimensionais de resistividade elétrica são obtidas por meio da técnica de campo do caminhamento elétrico, que é uma técnica baseada na realização de medidas de resistividade aparente ao longo de uma linha ou perfil, com a finalidade de investigar variações laterais em um ou mais níveis em profundidade (Sheriff, 1989).

Aquisição de dados

O levantamento de dados de resistividade 2D foi executado ao longo de um perfil (ilustrado na Figura 02) denominado de L01, com direção NW-SE. Para o posicionamento deste perfil tomou-se a trincheira (contorno em cor azul) como referência central.



Figura 02. Mapa com o perfil L01 disposto na direção NW-SE paralelamente com a trincheira. A seta vermelha indica o sentido do caminhamento elétrico. O retângulo em azul representa a trincheira e possível nascente aterrada.

A metodologia constituiu-se em três etapas: etapa preparatória, etapa de aquisição de dados e etapa de filtragem, processamento e interpretação dos dados.

Na etapa preparatória foram pré-programados e pré-configurados no programa *Electre Pro II* os parâmetros de aquisição de dados com a técnica do caminhamento elétrico: i) arranjo dipolo-dipolo; ii) espaçamento de 01 m entre eletrodos; iii) quantidade de medidas: *stack min*= 03 e *stack max*= 06; iv) tempo de injeção de corrente: 500 ms. A escolha do arranjo foi determinada a partir de simulações, no qual este conjunto de configurações apresentou maior distribuição e quantidade de medidas da resistividade em um menor tempo de aquisição, sendo de aproximadamente de trinta minutos com 906 medidas.

Na etapa de aquisição de dados de resistividade 2D foi utilizado um resistivímetro multicanal *Syscal Pro Switch 48* (*Iris Instruments*). O equipamento consiste em uma fonte de tensão com potência de 250 W e um sistema de comutação de eletrodos integrados no mesmo dispositivo. Também fazem parte como acessórios de campo: duas bobinas com 250 m de comprimento de cabos elétricos com 48 segmentos de conexão, 48 conectores elétricos (agarrado do tipo jacaré) e 48 eletrodos de aço inoxidável.

Nesta etapa foram cravadas estacas de madeira para delimitação do início, meio e fim de do perfil e foram tomadas medidas de posicionamento de sistema GPS. Os procedimentos para tomada de medidas de resistividade constituíram-se de: a) Cravamento de 48 eletrodos com espaçamento a cada 01 m, sendo dispostos 24 eletrodos para cada lado da fonte transmissora. Nesse momento, foi utilizada a solução salina ($H_2O + NaCl$) para molhar o solo com o objetivo de amenizar as condições que produzem altos valores de resistência de contato entre o eletrodo e o meio; b) Distribuição dos cabos elétricos ao longo do perfil; c) Conexão dos cabos aos eletrodos por meio dos conectores elétricos do tipo agarras. Por fim, os cabos elétricos foram conectados ao resistivímetro *Syscal Pro*. O tempo de levantamento de dados foi em média de trinta minutos. Ao final do levantamento os dados foram armazenados na memória interna do equipamento.

Na etapa de filtragem, processamento e interpretação de dados, os dados coletados em campo foram transferidos para um computador portátil. Esses dados, de extensão binária *.bin*, foram descarregados no programa *Prosys II*, no qual realizou-se a tabulação/edição das possíveis medições nulas e negativas de resistividade. Após este procedimento os dados foram exportados em formato de entrada *.dat* para o software de inversão 2D de dados de resistividade *RES2DINV* (GEOTOMO, 2017).

Também nesta etapa foi adicionada os dados de variação topográfica, extraída do modelo digital de elevação do terreno, com curvas de nível de 01 m, disponíveis online na Plataforma *Geocloud* (Banco de dados do Projeto ÁGUA PARA O FUTURO). A extração da variação topográfica para cada linha consistiu inicialmente na seleção de nove pontos definidos pelo posicionamento dos eletrodos 01, 06, 12, 18, 24, 30, 36, 42 e 48. O critério para essa escolha foi abranger um maior número de pontos que tivesse representatividade das cotas da área.

Os dados de eletrorresistividade em 2D foram modelados no por meio do programa *RES2DINV* (GEOTOMO, 2017). Este programa determina um modelo de resistividade bidimensional para o meio, ou seja, o programa reconhece o meio como uma malha regular de blocos retangulares distribuídos de acordo com o espaçamento entre os pontos coletados em campo. O arranjo dos blocos é estabelecido de acordo com a distribuição dos pontos na pseudoseção, sendo nulo quando da existência de pontos. A distribuição e tamanho dos blocos são, automaticamente, gerados pelo programa, usando o posicionamento dos pontos medidos como guia (GEOTOMO, 2017). Esse processo permite que o programa determine a resistividade mais próxima do modelo real. Ao final do processo de inversão de dados de resistividade, as seções de resistividade elétrica foram editadas graficamente no programa *Surfer 8.0* (Golden Software, 2008).

Resultados

O perfil L01 (Figura 03) apresentou distância total aproximada de 48 m e atingiu uma profundidade máxima de 12 m e mínima de 08 m. A cota topográfica variou entre 186 m (ponto mais alto) a 181 m (ponto mais baixo do terreno). A direção do caminhamento elétrico foi SE-NW. No perfil observou-se a ocorrência de duas camadas bem marca das, sendo uma caracterizada por um pacote mais resistivo e outro menos resistivo.

A parte mais resistiva é representada pela camada mais próxima da superfície do terreno que recobre todo o topo do perfil, apresentando resistividade elétrica entre 2,8 a 4,0 Ohm.m e espessura variando entre 0,4 m a 1,5 m, sendo mais espesso no centro do perfil. Em profundidade abaixo de 06 m o material passou a ser novamente mais resistivo. A faixa com valores de resistividade mais baixos encontra-se abaixo dessa primeira camada e apresentou resistividade elétrica entre 1,2 a 2,8 Ohm.m e espessura entre 6,5 m a 11,5 m.

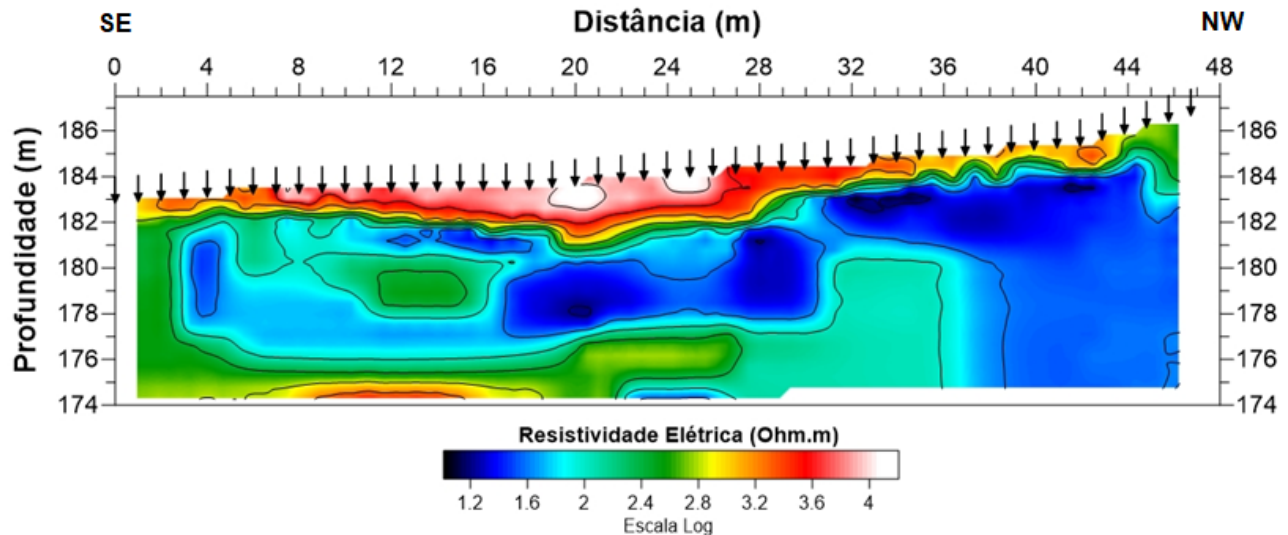


Figura 03. Seção de resistividade do perfil L01: As setas na superfície do terreno representam os eletrodos posicionados com 01 m de equidistância. A profundidade é apresentada em termos de cota topográfica do terreno, em metros.

Discussão e Conclusão

O objetivo deste estudo foi caracterizar uma possível nascente aterrada por meio da aplicação do método da eletrorresistividade 2D.

A utilização do sistema multieletrodo permitiu o levantamento de uma quantidade de dados relativamente grande e em curto período de tempo em comparação ao sistema convencional para aquisição de dados geofísicos.

A sondagem direta descrita no relatório de Duarte e Cruz (2017), que consistiu na descrição do perfil vertical da trincheira em até 02 m de profundidade, contribuiu com a interpretação dos dados do imageamento elétrico 2D. A análise dos resultados permitiu uma investigação de até 12 m de profundidade, onde foi possível observar duas camadas distintas representadas por valores altos e baixos de resistividade.

A partir da análise do imageamento elétrico 2D foi possível correlacionar as camadas mais resistivas ao material de aterro, compostos pela mistura de volumosa quantidade de materiais quartzosos e siltosos inconsolidados. Tal afirmação pode ser confirmada para as camadas mais superficiais, com até 1,2 m de profundidade (Duarte e Cruz, 2017). A camada de filito,

descrita na sondagem direta por Duarte e Cruz (2017), em profundidade entre 1,7 e 02 m, coincidem com os valores de menor resistividade elétrica. Abaixo da profundidade de 02 m são observadas anomalias com baixos valores de resistividade e são interpretadas como fraturas preenchidas com água nas camadas de filito e que podem estar conectadas a fraturas profundas. Na profundidade de 1,7 m (camada de filito) foi identificado uma zona de umidade (Duarte e Cruz, 2017).

Agradecimentos

Agradecimentos à Superintendência da FUNASA de Mato Grosso, ao convênio com o Projeto ÁGUA PARA O FUTURO coordenado pelo Ministério Público do Estado de Mato Grosso e ao Laboratório de Geofísica da FAGEO – UFMT.

Referências

Duarte, R. S. S., Cruz, I. F., 2017. Relatório Técnico Hidrogeologia: nascente ID 62, MT-010. Projeto Água para o Futuro. Cuiabá – MT.

GEOTOMO SOFTWARE, 2018. RES2DINVx64 ver. 4.06: Rapid 2-D Resistivity & IP inversion using the least-

squares method. 136 pages. Disponível em: <http://www.geotomosoft.com/r2dimanu.zip>. Acesso em: 28 fev. 2018.

Golden Software, 2008. *Surface Mapping System* Copyright, Surfer, Version 8.0. Disponível em: <http://www.goldensoftware.com>). Acesso em: 28 fev. 2018.

IPEM, UFMT, Prefeitura de Cuiabá, 2008. Caracterização e Delimitação Cartográfica das Áreas De Preservação Permanente (App's) e de Zonas de Interesse Ambiental (ZIA's) na Área Urbana de Cuiabá. Relatório técnico. Cuiabá – MT.

Iris Instruments, 2007. *Electre Pro software*, V2.04. Disponível em: www.iris-instruments.com.

Iris Instruments, 2007. *Prosys II software*, V3.313. Disponível em: www.iris-instruments.com.

Projeto Água para o Futuro, 2018. Cuiabá-MT. Disponível em: <https://aguaparaofuturo.mpmt.mp.br/o-projeto/o-que-e-o-projeto>. Acesso em: 19 fev. 2018.

Sheriff, E. R., 1989. *Geophysical methods: Electrical and Electromagnetic methods*. Prentice Hall. p. 192-200.

Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, 2nd edition.