

1.07.02 - Geociências / Geofísica

## **INVESTIGAÇÃO GEOFÍSICA DE AQUIFERO FISSURAL NA REGIÃO DE PLANALTINA DISTRITO FEDERAL POR MEIO DO MÉTODO VLF**

Luis H. M. Oliveira<sup>1\*</sup>, José C. Rocha Filho<sup>1</sup>, Dionísio B. Quental<sup>1</sup>, Carlos T. C. Nascimento<sup>2</sup>

1. Estudante de Gestão Ambiental da Universidade de Brasília, Campus Planaltina
2. Professor da Universidade de Brasília, Campus Planaltina

### **Resumo**

O presente trabalho teve como objetivo o processamento de dados geofísicos VLF (Very Low Frequency ou muito baixa frequência) obtidos em levantamentos de campo. O aparelho, dentre outras funções, serve para a identificação de aquíferos fissurais. A pesquisa foi realizada na região da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal. Os resultados dos levantamentos apontaram anomalias em dois perfis lineares dos quatro realizados, indicando a presença de fraturas com água no local investigado. No entanto, fatores externos podem interferir nos resultados VLF, tais como cercas de arame e rede de transmissão elétrica, elementos estes presentes no local de trabalho, o que sugere a necessidade de realização de novos trabalhos para confirmação dos resultados.

**Palavras-chave:** Água Subterrânea, Eletromagnetismo, Rádio.

### **Introdução**

A água subterrânea, com função muito importante para a sociedade, é fonte de abastecimento para as mais diversas atividades humanas, por exemplo, manutenção de processos vitais, agricultura e indústria. Trata-se de uma fonte adequada para os mais diversos usos, pois apresenta características químicas e físicas excelentes (HIRATA, 2000; JAMAL e SINGH, 2018).

Os aquíferos, por sua vez, fazem parte da zona saturada, local de onde é obtida essa água de boa qualidade. A identificação de aquíferos pode ocorrer via métodos diretos de amostragem e análise de água ou indiretos, como métodos geofísicos (KARMANN, 2000; NASCIMENTO e ALMEIDA, 2015).

O objetivo do presente trabalho é desenvolver técnicas para o processamento de dados geofísicos VLF, pois estes, quando analisados qualitativamente, não fornecem precisão na identificação da profundidade e inclinação dos condutores (KAROUS e HJELT, 1983). O trabalho foi realizado na região da Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), localizada em Planaltina, Distrito Federal.

### **Metodologia**

A utilização de métodos geofísicos é recorrente na identificação de zonas fraturadas em rochas, nas quais se pode encontrar água. Tais métodos se mostram baratos, quando comparados com investigação direta do tipo sondagem e podem ser utilizados em conjunto com técnicas hidrológicas e geológicas, ou de forma autônoma. O VLF (Very Low Frequency ou frequência muito baixa) é um método que usa ondas emitidas por transmissores de rádio na faixa de 15-30 kHz, com o campo eletromagnético primário ( $H_p$ ) indicando o corpo condutor ao gerar um fluxo de corrente elétrica sobre este, e a corrente induzida gerando um campo secundário ( $H_s$ ) que é detectado na superfície (KAROUS e HJELT, 1983; JAMAL e SINGH, 2018).

Os dados VLF foram obtidos na realização de quatro perfis lineares perpendiculares à uma estação transmissora e com distâncias fixas de aproximadamente 70 metros entre leituras consecutivas (Figura 1). Para a realização dos levantamentos foi utilizado o receptor VLF e um receptor GPS.

O equipamento utilizado foi o EM-16, fabricado no Canadá pela empresa Geonics. As leituras, neste equipamento, mostram valores entre +150% e -150%, que correspondem à relação da componente em fase e da quadratura (componente fora de fase) do campo secundário com o primário. As ondas de rádio foram obtidas de uma antena transmissora modelo TX-27, também fabricada pela Geonics, montada na área de trabalho. Esta antena consiste essencialmente de um fio de cobre com extensão de 1 km, com uma extremidade ligada ao transmissor e a outra aterrada. Poderiam também ser fornecidas por estações de rádio militares que operem na frequência do VLF e se localizam em maior parte no Hemisfério Norte (GNANESHWAR et al., 2010; GEONICS, 2015).

Os dados VLF quando lidos sem processamento apresentam limitações, não ressaltando características relevantes do condutor. O processamento ajuda a estabelecer uma correlação razoável entre anomalia e estrutura. No momento do levantamento de dados é comum haver ruídos no sinal, que podem ser corrigidos durante o processamento. No presente trabalho o processamento consistiu na representação gráfica dos dados de VLF, inicialmente com as leituras em fase e quadratura plotadas como função da posição em cada perfil executado (Figura 2). Posteriormente foi feita a interpretação conjunta dos quatro perfis por meio de uma interpolação das leituras com sua representação na forma de mapas (Figura 3).



Figura 1 – Área de estudo com os quatro perfis perpendiculares à antena transmissora representados.

### Resultados e discussão

O levantamento geofísico foi realizado em quatro perfis perpendiculares à antena transmissora, A10-B10 (761m), A20-B20 (1237m), A30-B30 (1489m) e A40-B40 (1883m). Os trajetos foram feitos em direção à antena. Os valores fornecidos pelo aparelho se encontram entre +150% e -150%. Em geral, as leituras em fase apresentam valores crescentes quando se aproximam de corpos condutores e decrescentes quando se afastam destes, enquanto as leituras fora de fase tendem a acompanhar as leituras em fase. A exceção ocorre em regiões anômalas, nas quais os valores tendem a ser contrários. O cruzamento entre as duas linhas representa o local do corpo condutor no perfil realizado (GEONICS, 2015).

Dados os resultados, pode-se observar que dentre os perfis, os que apresentaram anomalias foram os perfis A30-B30, com duas anomalias e A40-B40, com uma anomalia. Estas foram representadas graficamente nos pontos em que as linhas se intersectam. Os valores em fase variaram de -150 a +100% no perfil A10-B10, -150 a +50% no perfil A20-B20, -50 a +50% no perfil A30-B30 e -150 a +150% no perfil A40-B40. Já os valores fora de fase variaram de 0 a +100% em todos os perfis, com exceção do perfil A40-B40, em que todos os valores foram 0.

Embora se tenha encontrado anomalias em dois perfis, vale ressaltar que alguns fatores podem interferir nos resultados obtidos, tais como atenuação do sinal entre a antena transmissora e o receptor VLF, equipamentos elétricos, cercas de arame a depender da sua orientação em relação ao campo magnético primário, horário de execução do levantamento, dentre outros fatores. A área de levantamento dos dados era cercada por arame e possuía rede elétrica passando próximo ao perfil A40-B40, o que não descarta a interferência antrópica nos resultados (PAAL, 1965; CONCEIÇÃO, 2010; NASCIMENTO et al., 2013).

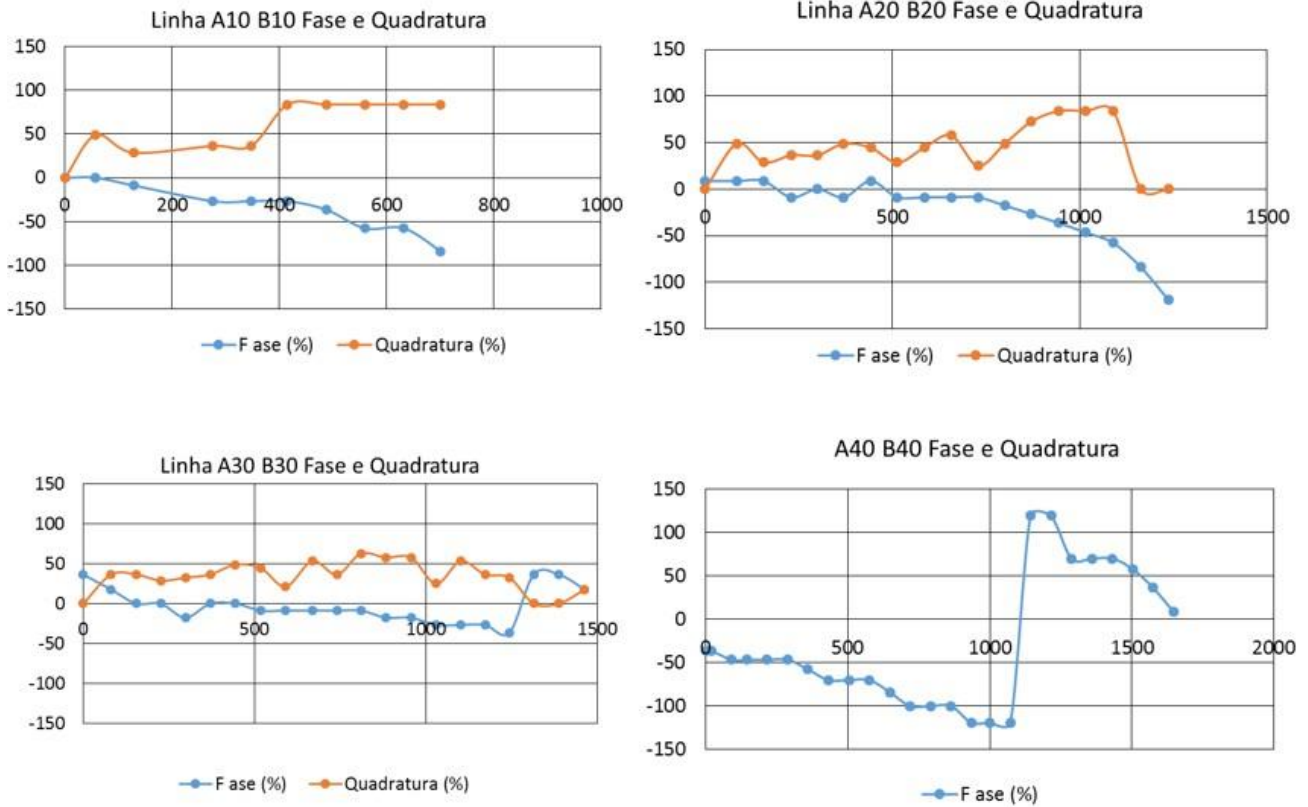


Figura 2 – Resultados dos perfis VLF (%) plotados em função da distância percorrida (metros).

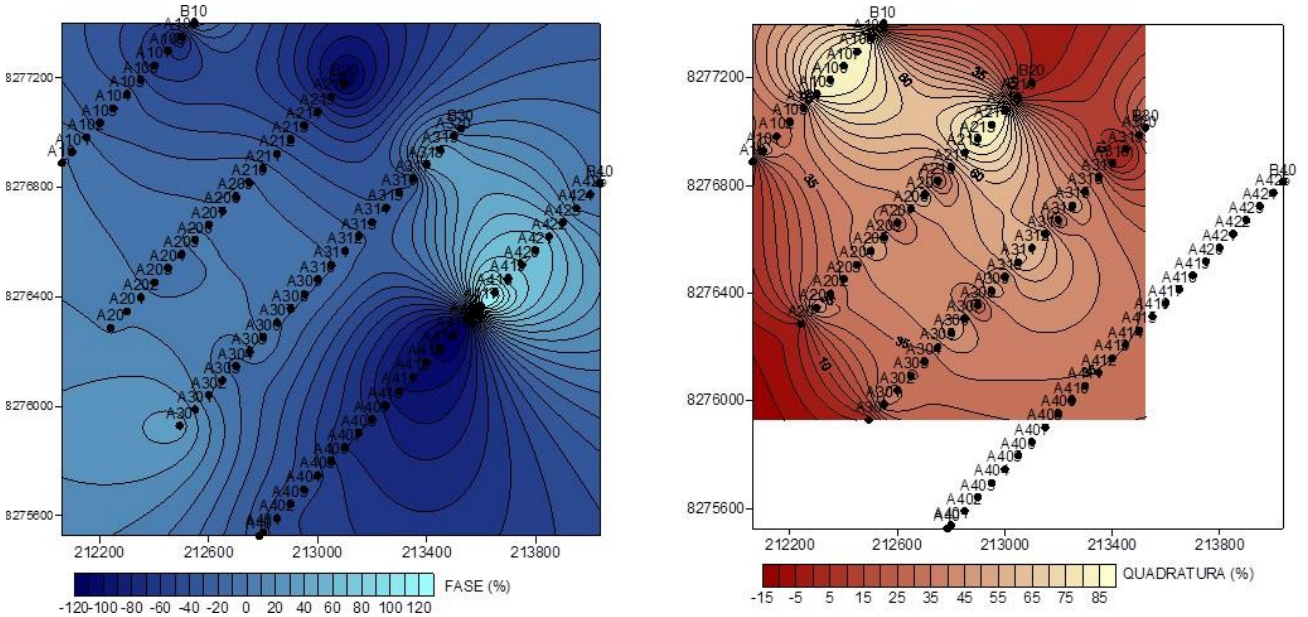


Figura 3 – Representação em mapa dos componentes em fase (azul) e quadratura (vermelho).

### Conclusões

No presente trabalho, a utilização do VLF se mostrou como uma fonte viável para a identificação de aquíferos fissurais. A utilização do equipamento EM-16, da Geonics, permitiu identificar anomalias em dois perfis, A30 B30 e A40 B40. No entanto, não é possível descartar a interferência externa nos resultados, como por exemplo a presença de cercas de arame e a rede elétrica próxima aos perfis. É válido, portanto, em um trabalho posterior realizar perfis transversais aos que foram feitos a fim de se eliminar dúvidas quanto aos resultados obtidos, assim como utilizar o sinal da estação de rádio norte americana NAA, para se comparar resultados encontrados nessa pesquisa.



## Referências bibliográficas

CONCEIÇÃO, T. F. L. **Modelagem VLF-EM aplicada à Interpretação da Relação de Contato Entre a Bacia de Camamu e Seu Embasamento Adjacente Na Região de Valença, Bahia**. Salvador, Universidade Federal da Bahia, Trabalho de Graduação em Geofísica, 2010.

GEONICS. **Operating Manual for EM16 VLF-EM**. Mississauga, Geonics Limited, 2015.

GNANESHWAR, P; SHIVAJI, A.; SRINIVAS, Y; JETTAIAH, P.; SUNDARARAJAN, N. Very-low-frequency electromagnetic (VLF-EM) measurements in the Schirmacheroasen area, East Antarctica. **Polar Science**, 5(1):11-19, 2011.

HIRATA, R. Recursos Hídricos. In: TEIXEIRA, W; TOLEDO, M. C. M; FAIRCHILD, T. R; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p.421-444.

JAMAL, N.; SINGH, N. P. Identification of fracture zones for groundwater exploration using very low frequency electromagnetic (VLF-EM) and electrical resistivity (ER) methods in hard rock area of Sangod Block, Kota District, Rajasthan, India. **Groundwater for Sustainable Development**, 7:195-203, 2018.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W; TOLEDO, M. C. M; FAIRCHILD, T. R; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p.113-138.

KAROUS, M.; HJELT, S. E. Linear filtering of VLF dip-angle measurements. **Geophysical prospecting**, 31(5):782-794, 1983.

NASCIMENTO, C. T. C.; ALMEIDA, A. Caracterização de aquífero fissural utilizando VLF. In: Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 14. **Anais**. 2015.

NASCIMENTO, C. T. C.; ALMEIDA, A.; SILVA, R. R.; SILVA, V. X. S. Identificação de aquífero fissural por meio de VLF. In: Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 13. **Anais**. 2013.

PAAL, G. Ore Prospecting Based on VLF-Radio Signals. **Geoexploration**, 3(3):139-147, 1965.