



Caracterização de Aquífero Fissural Utilizando VLF

Carlos Tadeu Carvalho do Nascimento (*), Universidade de Brasília, Brazil.
Andréia de Almeida, Universidade de Brasília, Brazil.

Copyright 2015, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 3-6, 2015.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The purpose of this work was to characterize a fissural aquifer located in the region of Formosa, Goiás state, central Brazil. In this study, the VLF (Very Low Frequency) geophysical method was used in two profiles in the study area. The working assumption was that the water in subsurface fractures causes conductive anomalies detectable by means of electromagnetic geophysical methods, such as VLF. Several anomalies were identified and considering that alignments between anomalies coincide with the preferential direction of the drainage in the study area and probably the preferential direction of fractures, it was concluded that the alignments are related to the presence of fractures with water in the subsurface. These alignments correspond to the most favorable locations for drilling groundwater wells.

Introdução

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar um aquífero fissural na região de Formosa, estado de Goiás, identificando fraturas com água, e sugerindo os locais mais favoráveis para a perfuração de poços tubulares profundos. Neste estudo utilizou-se o método geofísico VLF (Very Low Frequency) em dois perfis na área de interesse. O pressuposto do trabalho foi o de que as fraturas subsuperficiais com água causariam anomalias condutivas detectáveis por meio de métodos geofísicos eletromagnéticos, como o VLF.

Método

A utilização de métodos geofísicos eletromagnéticos envolve a medição de campos elétricos e magnéticos. O transmissor do equipamento (bobina percorrida por uma corrente elétrica alternada) origina um campo magnético primário (H_p). O campo primário interage com condutores presentes na subsuperfície, gerando correntes elétricas, as quais levam ao surgimento de um campo magnético secundário (H_s). O receptor, outra bobina, é influenciado pelos campos primário e secundário. A relação

observada entre H_s e H_p é proporcional à condutividade dos materiais em subsuperfície (Telford *et al.*, 1990).

O método geofísico VLF opera com ondas de rádio no intervalo de 15 a 25 kHz como campo magnético primário. São utilizadas estações de rádio portáteis ou ondas geradas por estações militares que operam em sua maioria no hemisfério norte. Nestes casos seleciona-se uma estação cuja localização e potência permitam boa recepção na área de estudo. Em ambos os casos, é necessário observar a orientação da propagação do sinal em relação ao alvo condutor. Para um condutor tabular e vertical, por exemplo, sua direção deve ser ortogonal ao campo magnético primário e as medidas serão obtidas em linhas ortogonais ao condutor.

A aplicação do método VLF se dá pela realização de perfis na região de interesse e posteriormente as leituras são plotadas como função da distância. Os gráficos são analisados visando conhecer a localização e a profundidade dos alvos causadores das anomalias (Souza, 2005). Alguns fatores capazes de influenciar um levantamento de VLF são o contraste entre a resistividade do meio e do alvo, a atenuação do sinal com a profundidade, o relevo, e aqueles relacionados com a atividade solar, como época do ano, hora do dia e latitude. A radiação eletromagnética gerada por equipamentos domésticos ou industriais também afeta a qualidade do sinal. Cercas de arame, dependendo de sua orientação em relação ao campo primário também influenciam. Finalmente, cabe lembrar que as estações transmissoras interrompem periodicamente suas atividades para efetuar manutenção (Nascimento, 2011).

Os aquíferos são as porções da zona saturada que podem ser aproveitadas como fontes de abastecimento de água. O estudo dos aquíferos pode ser feito por meio de investigação direta, empregando-se estratégias de amostragem e análise da água, ou por meios indiretos, destacando-se neste caso a utilização de métodos geofísicos (Manoel Filho, 1997; Nascimento *et al.* 2013).

A área de estudo situa-se no município de Formosa, Estado de Goiás, na fazenda que contém o sítio arqueológico denominado Pedra do Bisnau, constituído por inscrições rupestres de baixo relevo.

De acordo com o Plano Diretor do Município de Formosa (Goiás, 2003), o município se estende por uma área de aproximadamente 5800 km², dos quais mais de 90% correspondem a áreas rurais.

A porção central do estado de Goiás tem relevo marcado pela existência de terrenos com altitudes superiores a 1000 metros. Estes terrenos são conhecidos como

chapadas e correspondem às áreas planas ou suavemente onduladas, extensas e recobertas por solos lateríticos, formados a partir de metapelitos, ardósias, quartzitos e xistos.

Os Grupos Paranoá e Bambuí compõem o contexto geológico da área de estudo. O Grupo Paranoá é interpretado como uma sequência de rochas metassedimentares, depositadas em um ambiente marinho raso, predominantemente transgressivo, durante o mesoproterozóico. O Grupo Bambuí, de idade neoproterozóica, é constituído por metassiltitos, metargilitos, rochas carbonáticas e raras intercalações de arcósios. Além das rochas dos Grupos Paranoá e Bambuí, ocorrem também coberturas detrito lateríticas de idade terciária.

O clima da região do município de Formosa, no sistema criado por Köppen, é classificado como Aw, isto é, quente com chuvas de verão e seca de inverno. A precipitação total anual da região está em torno de 1600 mm, sendo que o maior volume da precipitação ocorre no trimestre novembro, dezembro e janeiro (Goiás, 2003).

No contexto hidrográfico o município de Formosa é um divisor natural de águas. Nesta região existem cursos d'água afluentes do rio Paranã, que por sua vez faz parte da bacia do rio Tocantins. Ali também se situam afluentes do rio São Marcos, que juntamente com o rio Paranaíba compõe a bacia do rio Paraná. Drenagens pertencentes à bacia do rio São Francisco, também ocorrem na região de Formosa (Goiás, 2003).

Resultados

O levantamento geofísico foi realizado na estrada que interliga a sede da fazenda às pastagens localizadas na porção mais a oeste. Foram realizados dois perfis, o primeiro (Perfil A) no sentido noroeste-sudeste e o segundo (Perfil B) no sentido sul-norte. Nos dois perfis foram realizadas as leituras em fase e fora de fase a cada 50 metros. Estes perfis constituíam originalmente uma única linha de amostragem e deste modo o perfil A tem início na posição 0 e término em 1550 metros. Já o perfil B tem início em 1600 e término em 2750 metros. A posição em metros de cada ponto dos perfis foi preservada para efeito de denominação das anomalias.

O equipamento geofísico utilizado foi o EM-16, fabricado pela Geonics, Canadá. As leituras, no caso do EM-16, correspondem a valores entre +150% e -150%. Estes valores expressam a relação das componentes em fase e fora de fase (quadratura) do campo secundário com o campo primário. Foram utilizadas as ondas eletromagnéticas com frequência de 24 kHz, oriundas da estação NAA, localizada na costa nordeste dos EUA.

Durante os trabalhos com este equipamento, normalmente observam-se leituras em fase crescentes ao se aproximar de um condutor e decrescentes com o afastamento deste condutor. As leituras fora de fase tendem a acompanhar aquelas em fase, exceto em casos onde existe uma cobertura condutiva. Nestes casos o

comportamento das leituras fora de fase costuma ser oposto ao das leituras em fase. Em ambas as situações, o cruzamento das duas curvas tende a indicar o posicionamento do condutor na linha do levantamento geofísico.

As Figuras 1 e 2 apresentam o resultado do levantamento geofísico. As leituras em fase variaram entre 50 e -150% e as leituras fora de fase variaram entre 50 e -50% em ambos os perfis. O perfil A mostra as leituras na ordem em que foram adquiridas. No perfil B, a ordem de apresentação das leituras é decrescente para facilitar sua correlação visual com o perfil A.

Para auxiliar a compreensão do padrão de fluxo da água na área de estudo, foi elaborado um modelo de elevação (Figura 3) a partir dos dados disponibilizados pela Embrapa (Miranda, 2005).

Sobrepondo o levantamento geofísico ao modelo de elevação, bem como a imagens de satélite (Figura 4), é possível observar a existência de estruturas rochosas alongadas formando serras com direção aproximada N30W cortadas por drenagens com direção aproximada N60E.

O perfil A situa-se sobre uma destas serras com altitude aproximada de 860 metros. O perfil B tem início na serra e término numa área mais baixa, com altitude aproximada de 800 metros.

No local do levantamento geofísico, o modelado do terreno favorece o escoamento superficial em direção ao trecho final do Perfil B, o qual, em função da altitude relativamente mais baixa torna-se naturalmente um local mais favorável para o acúmulo de água.

Supondo que a direção predominante das drenagens corresponda à direção das fraturas presentes na área do levantamento geofísico, efetuou-se uma interpretação conjunta dos Perfis A e B buscando identificar alinhamentos com direção aproximada N60E entre as anomalias, os quais corresponderiam a fraturas subsuperficiais contendo água.

Foram observadas cinco anomalias ao longo do Perfil A (A50, A600, A1150, A1350 e A1500) e seis anomalias ao longo do perfil B (B1950, B2050, B2300, B2350, B2550 e B2750). Foram identificados três alinhamentos na direção N60E, o primeiro definido pelas anomalias A1350 e B2050, o segundo pelas anomalias A1150 e B2300 e o terceiro pela anomalia B2550 que, neste caso foi relacionada com uma descontinuidade na cota 900 metros da serra, a qual poderia estar relacionada com uma fratura. Outras anomalias foram desconsideradas por não mostrarem continuidade entre os dois perfis.

Considerando que os alinhamentos entre as anomalias coincidem com a direção preferencial das drenagens na área de estudo e interpretando o posicionamento das drenagens como reflexo da direção preferencial do fraturamento, conclui-se que os alinhamentos se relacionam com fraturas com água na subsuperfície.

Conclusões

Neste trabalho foram identificadas anomalias condutivas por meio de um levantamento geofísico com VLF. Considerando que os alinhamentos entre as anomalias coincidem com a direção preferencial das drenagens na área de estudo e interpretando o posicionamento das drenagens como reflexo da direção preferencial do fraturamento, conclui-se que os alinhamentos podem indicar a presença de fraturas com água na subsuperfície. Na área de estudo, estes alinhamentos corresponderiam aos locais mais favoráveis para a perfuração de poços para captação de água subterrânea.

Agradecimentos

Os autores são gratos ao Dr. Cristiano Nascimento por autorizar o levantamento geofísico na área de estudo e ao Laboratório de Geofísica Aplicada da Universidade de Brasília por disponibilizar o equipamento de VLF.

Referências

Goiás. 2003. Plano diretor do município de Formosa/GO. 44p.

Manoel-Filho, J. M. 1997. Água subterrânea: histórico e importância. In: Feitosa, A. C.; Manoel-Filho, J. M. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE.

Miranda, E. E. 2005. Brasil em Relevo Carta SD-23-Y-C. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 08 out. 2013.

Nascimento, C. T. C. 2011. Localização de estrutura subterrânea empregando VLF. In: International Congress on Subsurface Environment, 2, São Paulo. Anais... CD-ROM.

Nascimento, C. T. C.; Almeida, A.; Silva, R. R.; Silva, V. X. S. 2013. Identificação de aquífero fissural por meio de VLF. In: International Congress of The Brazilian Geophysical Society, 13, Rio de Janeiro. Anais... CD-ROM.

Souza, N. P. R. 2005. Discussão sobre aspectos da locação de poço nos levantamentos de EM-VLF. Revista de Geologia, 18(1):27-35.

Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. 1990. Applied Geophysics. Cambridge: Cambridge University Press.

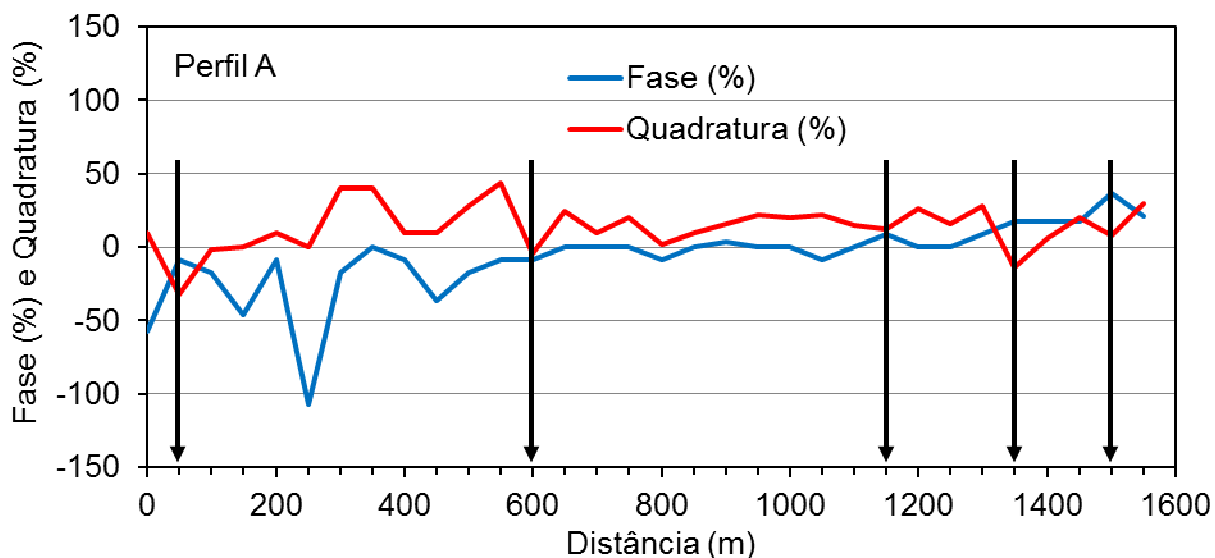


Figura 1 - Perfil A de VLF na área de estudo. A posição das anomalias está indicada no eixo horizontal.

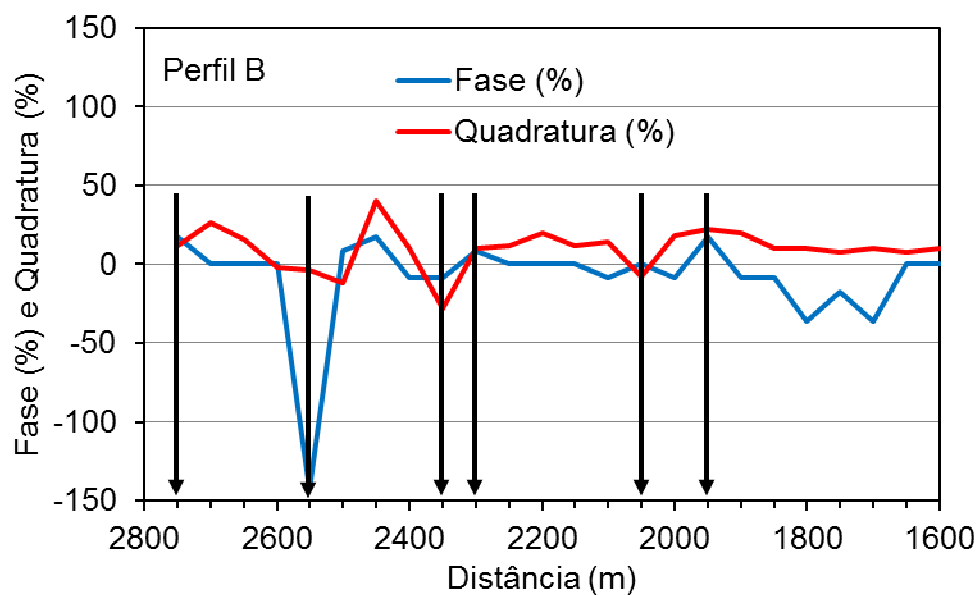


Figura 2 - Perfil B de VLF na área de estudo. A posição das anomalias está indicada no eixo horizontal.

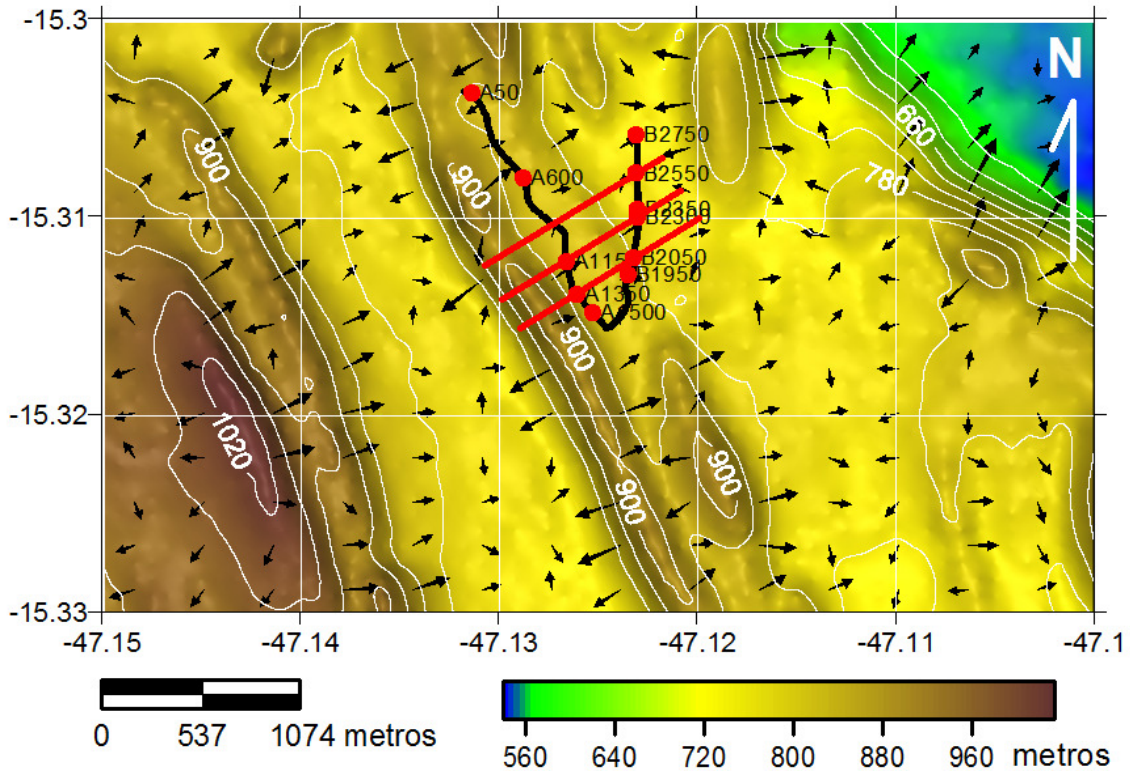


Figura 3 - Modelo de elevação da área de estudo, mostrando o sentido do escoamento superficial, a localização do levantamento geofísico, as anomalias observadas e os alinhamentos entre anomalias interpretados como sendo fraturas com água.

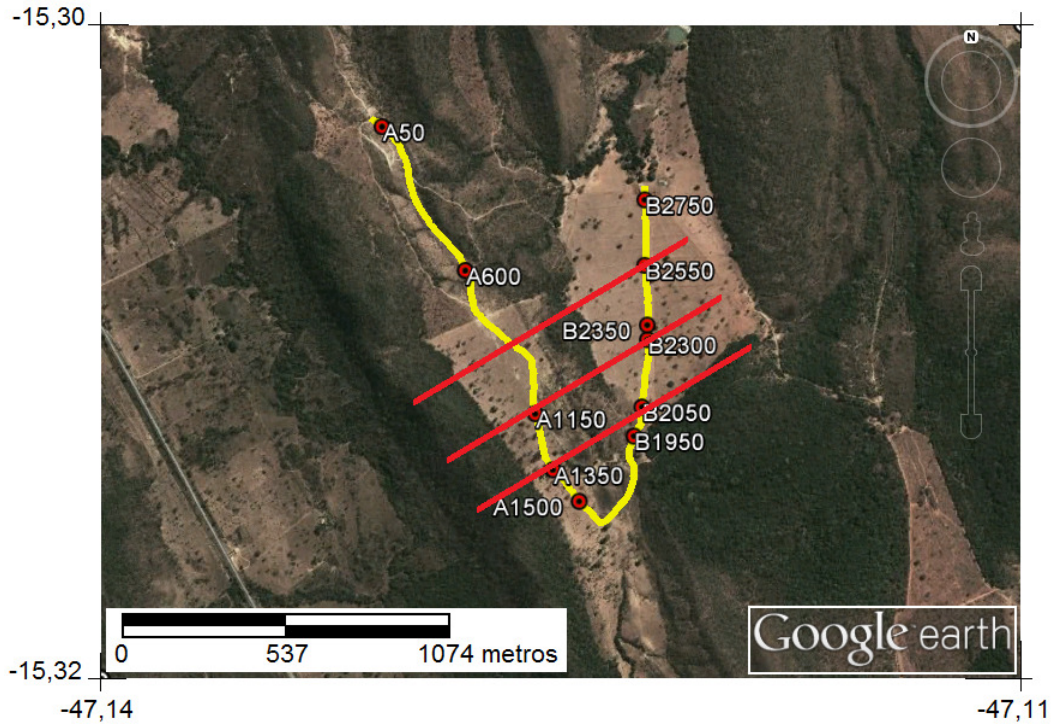


Figura 4 - Imagem de satélite mostrando a localização do levantamento geofísico, as anomalias observadas e os alinhamentos entre anomalias interpretados como sendo fraturas com água.