

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE ELETTRORESISTIVIDADE E VLF – UM ESTUDO DE CASO

Adriane de Lima Saraiva¹ & José Geilson Alves Demetrio²

Resumo - O presente trabalho tem por objetivo analisar dois mapas obtidos por métodos geofísicos diferentes, eletroresistividade e VLF, em área de rochas cristalinas, situada no município de Carnaubeira da Penha, região semi-árida do estado de Pernambuco, e buscar uma compreensão da diferença de produção em dois poços, situados apenas a 40 metros um do outro, em condições geológicas semelhantes. Um dos poços foi seco e outro com vazão de produção de 3,118m³/h. Os resultados indicam que, apesar dos poços estarem em condições geológicas semelhantes, localmente estão em situações geoeletricas diferentes. O poço produtivo na zona mais condutiva é interpretado com uma porção mais fraturada, e o poço seco na zona mais resistiva é interpretado com uma porção menos fratura.

Abstract - The present work has objective to analyze two maps obtained by different geophysical methods, electroresistivity and VLF, in area of crystalline rocks, placed in the municipal district of Carnaubeira da Penha, in the semi-arid region of the state of Pernambuco, and to look for an understanding of the production difference in two wells, just placed to 40 meters one of the other, in similar geological conditions. One of the wells was dry and another with discharge of production of 3,118m³/h. The results indicate that, in spite of the wells are in similar geological conditions, locally they are in different geoelectric situations. The productive well in the more conductive zone is interpreted with a fractured portion, and the dry well in the more resistivity zone is interpreted with a portion less fracture.

Palavras-Chave - VLF, Eletroresistividade; Locação de poços.

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geociências da UFPE, LABHID, (081)2126.8239, e-mail: annesar@bol.com.br

² Prof. Adjunto, UFPE/DEGEO/LABHID. (081)21268239, e-mail: geilson@ufpe.br

INTRODUÇÃO

Nos trabalhos de prospecção de água subterrânea da região nordeste, os geólogos utilizam várias ferramentas, entre elas a geofísica. Os métodos geofísicos mais utilizados têm sido a eletroresistividade e o VLF (Very Low Frequency).

O objetivo principal desse trabalho é avaliar e comparar esses dois métodos geofísicos aplicados nas técnicas de locações de poços e secundariamente, entender quais fatores influenciam na produtividade de um poço.

A área de estudo está situada na localidade Pedra de Fogo, município de Carnaubeira da Penha, Estado de Pernambuco, em zonas dominadas por rochas cristalinas (Figura 1). A seleção desta área se deve a ocorrência de dois poços tubulares, um produtivo e outro seco separados entre si 50 metros.

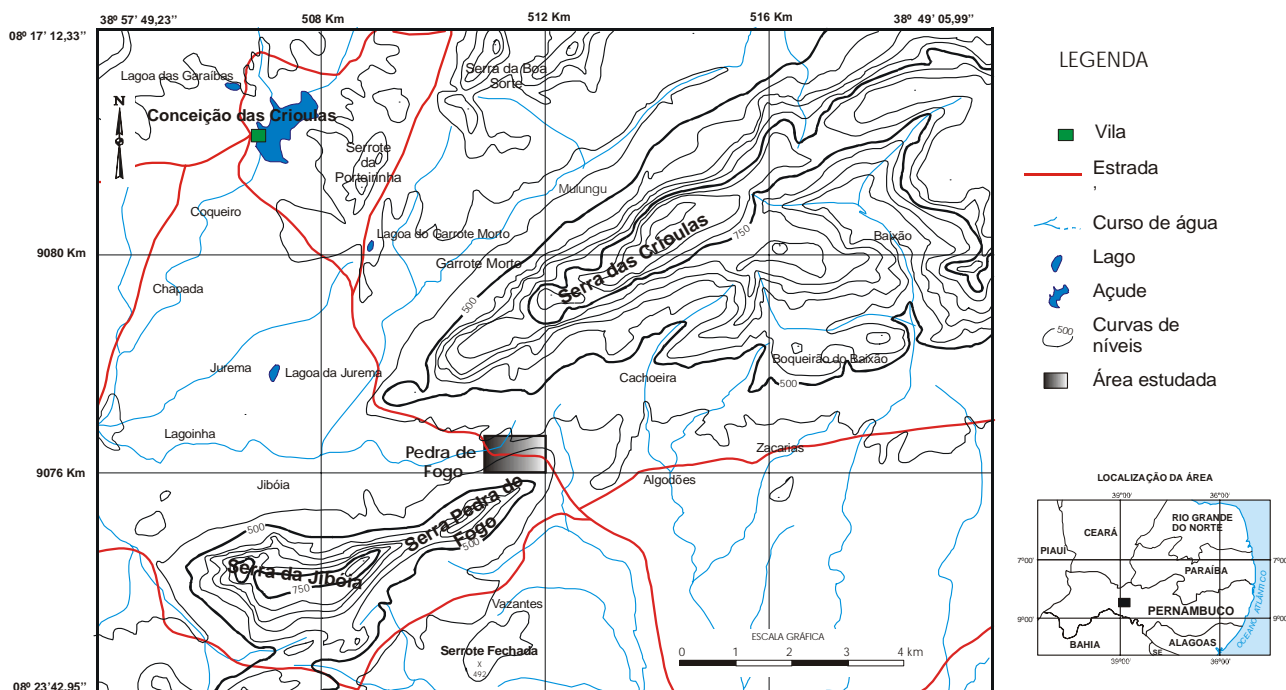


Figura 1- Localização da área de estudo.

METODOLOGIA

O método geofísico de eletroresistividade é classificado como um método geométrico de campo artificial e de corrente contínua. Neste método a corrente elétrica é injetada através de contatos diretos com o solo, feitos por eletrodos metálicos, e a resposta a essa corrente é medida na forma de diferença de potencial através dos eletrodos de potencial.

São utilizados, geralmente, dois eletrodos para envio de corrente elétrica e dois eletrodos para medição de diferença de potencial elétrico, constituindo um arranjo quadripolar. O arranjo utilizado

na pesquisa foi o arranjo Schlumberger. Em tal arranjo os eletrodos de corrente A e B e os de potencial M e N se distribuem ao longo de uma linha reta, simetricamente ao centro do dispositivo O, sendo a distância entre os eletrodos MN menor que AB/5.

Esse método nos permite medir a resistividade aparente do subsolo cujos valores dependem das resistividades verdadeiras das rochas presentes em sub-superfície (Orellana, 1972). A resistividade aparente para um dado arranjo do quadripolo AMNB é obtida a partir da expressão abaixo:

$$\rho_a = K \cdot \Delta V / i, \quad (1)$$

Sendo:

ρ_a = Resistividade aparente em ohm.m;

K = Constante adimensional dependente do arranjo geométrico AMNB;

ΔV = Diferença de potencial elétrico, em mV, medida entre os eletrodos de potencial M e N.

i = Intensidade de corrente elétrica contínua, medida em mA, que circula no solo através dos eletrodos de corrente A e B.

O método VLF, por sua vez, é um método eletromagnético que se baseia no princípio de indução eletromagnética. Se uma onda eletromagnética, emitida por uma estação de rádio VLF, atravessar um corpo condutor tabular, alinhado segundo a direção de propagação da onda VLF, o campo magnético primário desta onda induzirá o surgimento de uma corrente elétrica no corpo condutor, que por sua vez induzirá um campo magnético secundário. A combinação do campo magnético primário da onda VLF com o campo magnético secundário irá gerar um campo resultante que tem a forma de um elipsóide. O equipamento utilizado, ABEM/WADI, mede a inclinação do elipsóide e sua elipsidade (razão entre o eixo menor e maior do elipsóide). Na figura 2 é apresentado um esquema desse princípio de funcionamento do VLF.

Para aplicação desse método é, portanto, necessário à existência de uma estação emissora de ondas VLF e um corpo tabular, vertical a sub-vertical, alinhado paralelamente à direção de propagação dessas ondas. Em outras direções, mesmo existindo fraturas, a metodologia não se aplica (Demetrio & Lira, 2002).

As atividades geofísicas realizadas na localidade Pedra de Fogo constaram da realização de 2 sondagens elétricas verticais e 12 perfis de eletroresistividade e VLF. Na figura 3 está ilustrada a distribuição espacial das linhas de caminhamento. Os perfis de eletroresistividades foram realizados com espaçamento entre eletrodos AB de 80 m e MN de 5 m, com base na interpretação das sondagens elétricas verticais (Figura 4).

Em todos os perfis de VLF aqui apresentados, os dados originais foram filtrados utilizando o esquema proposto por Karous e Hjelt (1983), a profundidades de 10 metros.

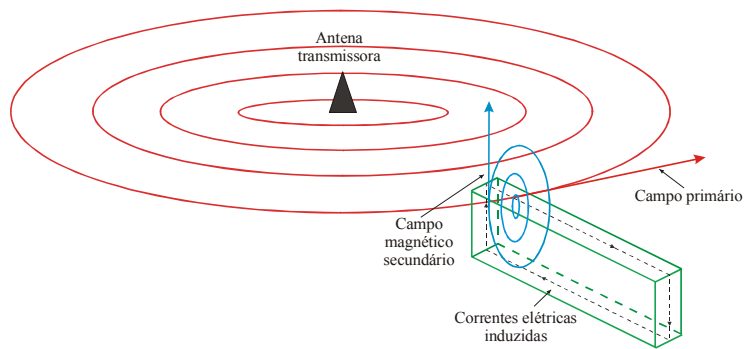


Figura 2- Princípio de funcionamento do método VFL.

Os perfis de eletroresistividade e de VLF tiveram estações de medição espaçadas de 10 e 5 metros, respectivamente. Deve-se deixar claro que os perfis de VLF foram realizados sobre a mesma linha de caminhada que os perfis de eletroresistividades.

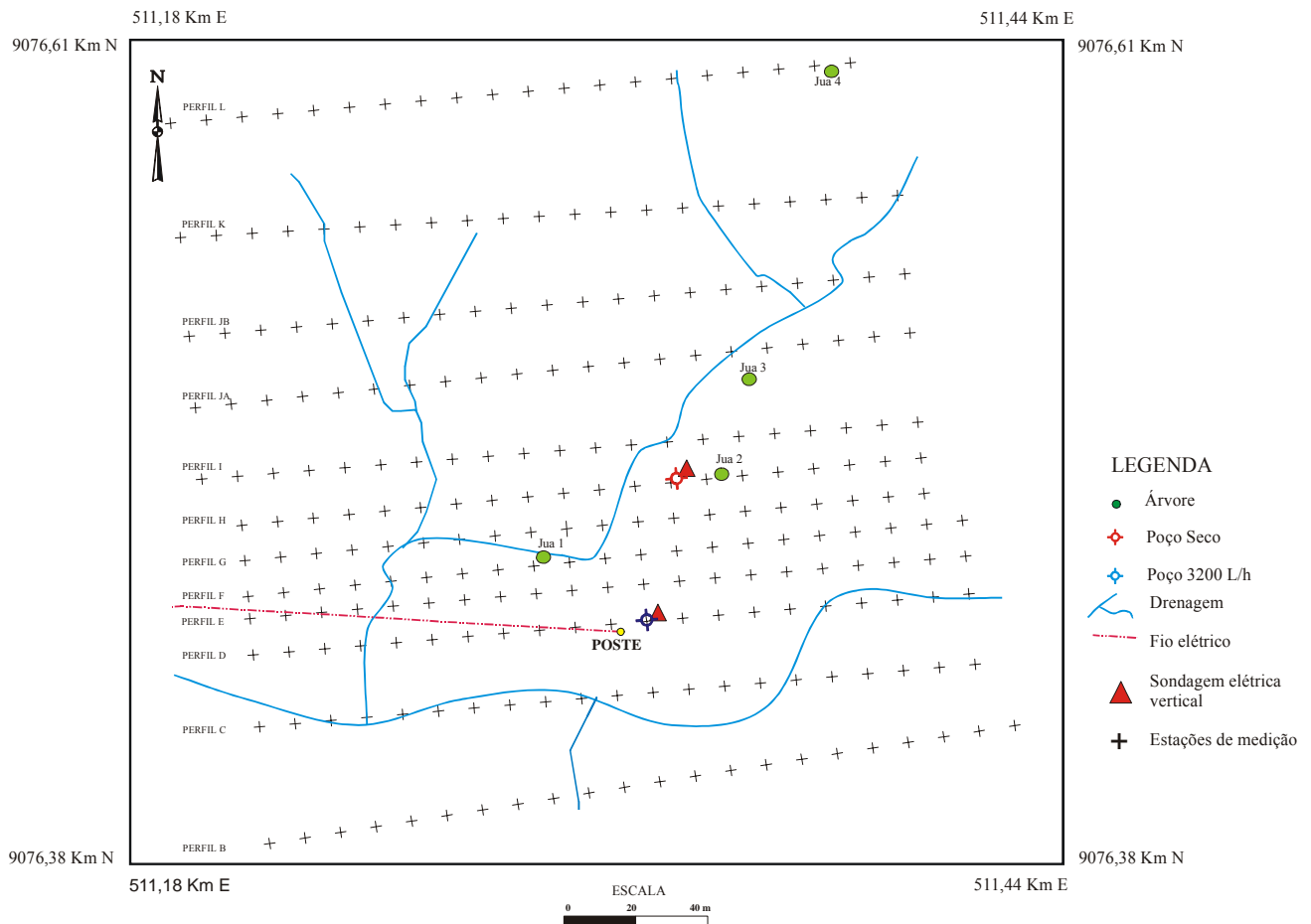


Figura 3- Distribuição espacial dos perfis de VLF e eletroresistividade realizados na área de estudo.

Na área de estudo não existem afloramentos. Foram identificados granitos de composição sieníticas/granodioríticas na estrada que liga Conceição das Crioulas à Pedra de Fogo e ultramilonitos em uma cacimba a 670 m a oeste da área estudada.

Com base na caracterização geológica/geofísica regional realizada na área, o local onde foram realizados os perfis de VLF e eletroresistividade encontram-se sob o domínio do ultramilonito.

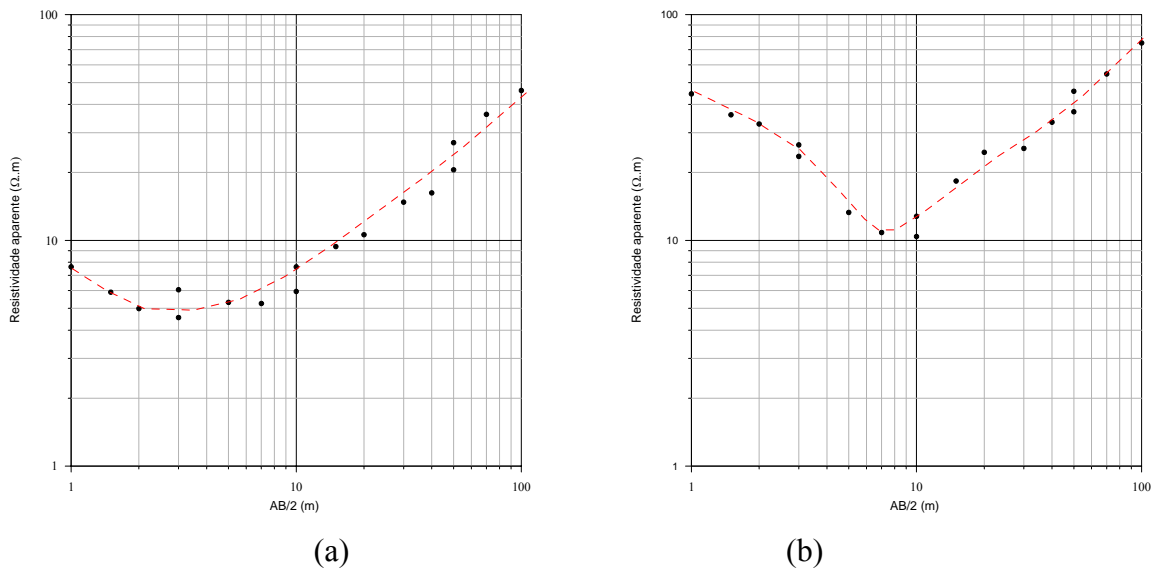


Figura 4- Sondagens elétricas verticais. SEV realizada próximo ao poço produtivo (a), SEV realizada próximo ao poço seco (b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No gráfico de VLF a curva em vermelho corresponde a componente imaginária ou fora de fase e a curva em preto corresponde a componente real ou em fase. As respostas em fase e fora de fase são dadas em porcentagem, sendo estas relacionadas ao ângulo de inclinação θ e a elipsidade e , segundo as equações abaixo (Karus & Hjelt, 1983):

$$\text{Re (Hz/Hh)} = 100.\tan \theta \quad (2)$$

$$\text{Im (Hz/Hh)} = 100.e \quad (3)$$

Sendo:

Hz - o campo secundário vertical, Hh - o campo primário horizontal.

Na figura 5 estão ilustrados todos os perfis de VLF e eletroresistividade realizados na área de estudo de detalhe. Neste item serão discutidas, apenas, as principais feições observadas nos perfis de VLF e eletroresistividade.

Observa-se nestes perfis que as anomalias identificadas pelo método de VLF foram confirmadas pelas zonas condutivas que ocorrem nos perfis de eletroresistividade. Como exemplo podemos analisar o perfil D. Neste perfil verifica-se que ambos os métodos, VLF e eletroresistividade, detectaram a presença de duas zonas condutivas, indicativas da presença de

fraturamentos. Esse perfil corresponde à linha leste-oeste que passa pelo poço produtivo (3,118 m³/h), o qual encontra-se dentro da anomalia 2, estação 110.

No perfil F, segundo o método de VLF, foram identificadas três anomalias muito próximas e com amplitudes pequenas, talvez relacionadas a estruturas mais profundas. O método de eletroresistividade, por sua vez, nos dá a idéia de que há quatro zonas condutivas, a primeira a 50 metros do início do perfil, a segunda, a terceira e a quarta nos locais que ocorrem as anomalias 1, 2 e 3 determinados pelo método de VLF, respectivamente.

O formato da curva no início do perfil de eletroresistividade F é típico de efeitos de passagens de eletrodos por uma descontinuidade. A linha vertical ilustrada no gráfico corresponde à localização exata de tal descontinuidade, enquanto que as letras B, M, N e A indicam os efeitos gerados no momento em que cada eletrodo passou por ela.

O perfil H corresponde à linha leste-oeste que passa pelo poço seco. Como observado no perfil de VLF, este poço encontra-se localizado entre duas anomalias, ou seja, em local menos propício para ocorrência de água subterrânea. Tal situação desfavorável, também, é observada no perfil de eletroresistividade, pois o poço foi construído em uma porção relativamente mais resistiva.

Para melhor interpretar os dados obtidos na área foi necessário fazer dois mapas geoeletricos do local estudado. Na figura 6 e 7 estão ilustrados os mapas de VLF e eletroresistividade, respectivamente.

Esses mapas foram construídos através do método estatístico de krigagem, as tonalidades em azul correspondem às zonas mais condutivas e laranja às zonas mais resistivas.

No mapa de VLF observamos a presença de zonas condutivas e resistivas alinhadas nas direções N-S, NE-SW e NW-SE. O poço produtivo está localizado em uma zona condutiva de direção NE-SW e NW-SE, enquanto que o poço seco ocorre em uma zona resistiva de direção NE-SW. No mapa de eletroresistividade esses padrões de alinhamentos, também, são identificados.

A alternância de zonas resistivas-condutivas-resistivas são atribuídas às variações de faixas mais fraturadas e faixas menos fraturadas. A direção de alinhamento NE-SW, observada no mapa de VLF e eletroresistividade, provavelmente, está associada ao evento tectônico que gerou as falhas de rejeito direcional que ocorrem regionalmente na área.

Quando os dois mapas geoeletricos são comparados ficam visíveis as semelhanças quanto às configurações das zonas resistivas e condutivas. Tal semelhança não é total, basicamente, devido à diferença de espaçamentos entre as estações, a diferença nos princípios dos métodos e os efeitos de passagens de eletrodos sobre descontinuidades, verificadas nos perfis de eletroresistividade.

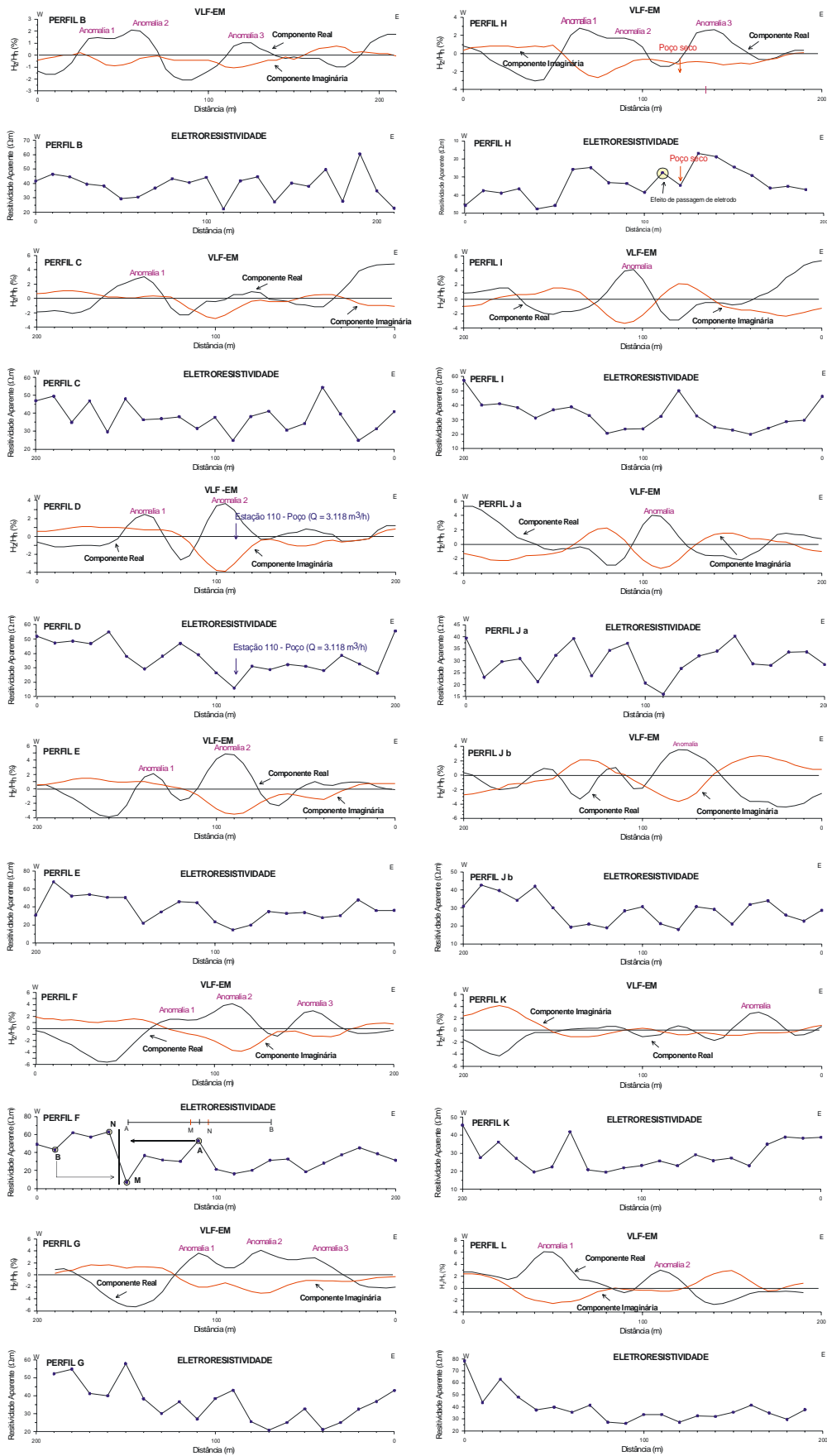


Figura 5- Perfis de VLF e eletroresistividade.

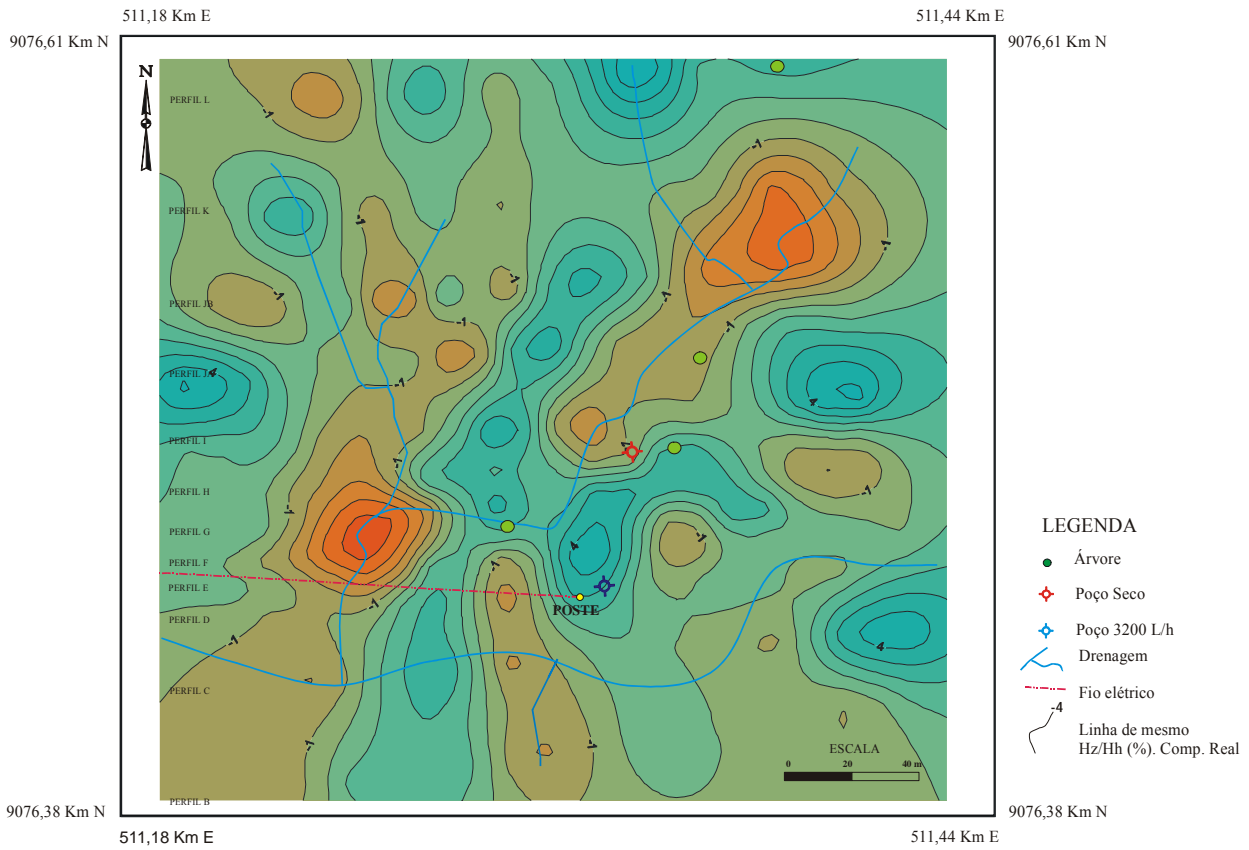


Figura 6- Mapa de VLF.

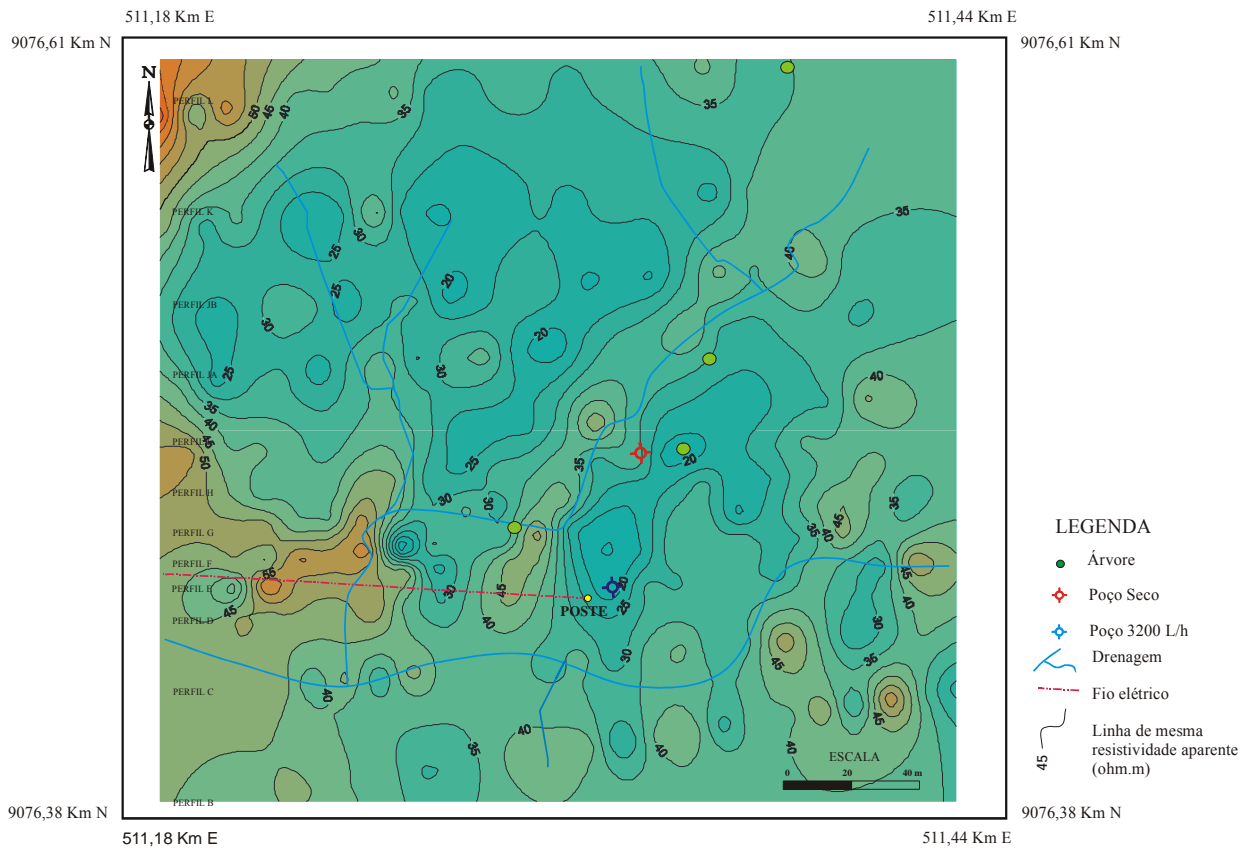


Figura 7- Mapa de eletroresistividade.

CONCLUSÃO

Os métodos geofísicos aplicados conjuntamente possibilitaram a visualização das diferenças e semelhanças obtidas pelos mesmos, assim como a caracterização geométrica em torno dos poços estudados. Segundo os métodos geofísicos, o poço produtivo está associado a um local de maior fraturamento e o poço seco a um local menos fraturado. Tal conclusão é baseada na integração das observações geológicas de campo aos dados de geofísica coletados. Na ausência dessa integração o geólogo/geofísico corre o risco de fazer uma interpretação errada da área que está sendo estudada, pois existem casos em que as variações de resistividade, indicadas nos mapas geométricos, nem sempre são sinônimas de rocha mais, ou menos, fraturada.

Entre os métodos geofísicos aplicados na pesquisa, o VLF se mostrou mais prático tanto pela rapidez na coleta dos dados, quanto ao seu baixo custo operacional. Enquanto, 12 perfis de eletroresistividade levaram seis dias para serem concluídos, os 12 perfis de VLF foram concluídos em um único dia de trabalho. Porém, em função das diferenças de princípios dos métodos o ideal é a utilização dos dois métodos conjuntamente, pois um auxilia na interpretação do outro.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é parte dos resultados alcançados durante a execução do projeto de pesquisa “Novas Metodologias de Locação de Poços em Terrenos Cristalinos do Semi-árido Brasileiro”, apoiado pelo CNPq/CT-Hidro, a quem os autores são agradecidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DEMETRIO, J. G. A & LIRA, H. M. P.. Importância do Posicionamento dos Perfis de VLF na Pesquisa de Água Subterrânea em Terrenos Cristalinos do Semi-Árido do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12. Florianópolis. 2002. ABAS. Livro de Resumos. p. 39.
- [2] KAROUS, M. & HJELT, S. E. Linear Filtering of VLF Dip-Angle Measurements, *Geophysical Prospecting*. 1983. 31, p.782-794.
- [3] ORELLANA, E. *Prospeccion Geoelectrica en corriente contínua*. Paraninfo, Madrid. 1972. 523p.
- [4] ORELLANA, E. *Prospeccion Geoelectrica por campos variables*. Paraninfo, Madrid. 1974. 563p.
- [5] SARAIVA, A. L. *Contribuição às Técnicas de Locações de Poços em Terrenos de Rochas Cristalinas do Semi-Árido Brasileiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife. 2004. 130 p.