

LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS COM
VLF NO ESTADO DO CEARÁ

LOCATION OF WELLS USING VLF
IN THE STATE OF CEARÁ

CARLOS EDUARDO SOBREIRA LEITE*
Geólogo, Especialista em Hidrogeologia

WALBER CORDEIRO*
Geólogo, Especialista em Hidrogeologia

PORFÍRIO SALES NETO*
Geólogo, Especialista em Geologia Exploratória

LUCIANO ÁLVARO MAIA GOMES*
Geólogo, Msc. em Solos

RESUMO

A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, vem desde o segundo semestre de 1991, aplicando a metodologia de prospecção de água subterrânea com o uso de ondas de rádio de baixa frequência, na faixa de 15 a 30 Khz (VLF - Very Low Frequency), na região cristalina do Estado do Ceará, com a finalidade principal, em uma primeira etapa, de pesquisa e adaptação desta metodologia na locação de poços tubulares profundos no estado. O trabalho aqui apresentado tem o objetivo de mostrar os resultados até então obtidos, com relação aos 146 poços localizados com a metodologia VLF, dos quais, 60 foram perfurados, em uma segunda etapa do processo, a qual sucedeu a fase inicial de pesquisa em poços já construídos.

ABSTRACT

Since the second half of 1991, the Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, has been using a geophysical method known as VLF (Very Low Frequency) to search for groundwater in crystalline rocks. The technique uses radio waves in the frequency of 15 to 30 Khz. Sixty wells were built, out of the 146 pointed to drill by this technique. This work shows their results.

* Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME - Av. Bezerra de Menezes 1900, São Gerardo, Fortaleza / Ce. CEP: 60.325 - 002

INTRODUÇÃO

A aplicação sistemática de métodos geofísicos para locação de poços tubulares profundos no cristalino do Estado do Ceará, teve início a partir de 1983, com a aplicação da eletrorresistividade pelas instituições do governo do estado.

A FUNCEME, em outubro de 1991, promoveu o curso de "Prospecção de Água Subterrânea em Rochas Fraturadas" onde, além de outros métodos, foi utilizado o método eletromagnético VLF, apresentado pela primeira vez aos técnicos do estado.

Com a aquisição, nesta época, do equipamento WADI, os técnicos da FUNCEME passaram a realizar pesquisas utilizando-se de poços já perfurados, de forma a determinar os dados paramétricos. Os resultados desta fase, bem como os fundamentos teóricos da metodologia, foram apresentados no 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste ("Prospecção Hidrogeológica em Rochas Cristalinas Utilizando Ondas VLF"), na cidade de Recife, em novembro de 1992.

Em uma segunda fase de aplicação da metodologia, foram locados 146 poços, dentre os quais, 60 foram perfurados, sendo inclusive, após os primeiros resultados satisfatórios, desenvolvidos programas de locação de poços profundos para o abastecimento de sedes municipais do Estado do Ceará. Os resultados conseguidos e algumas situações de locações são discutidos neste trabalho.

METODOLOGIA VLF

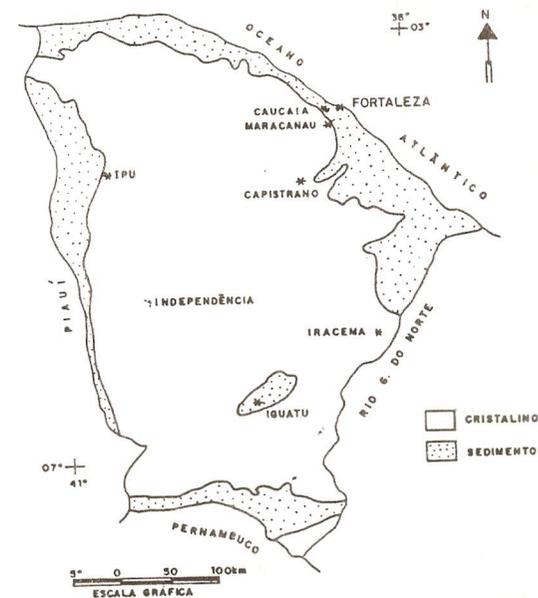
Quando um campo de ondas eletromagnéticas atinge um corpo tendo baixa resistividade elétrica, correntes secundárias são geradas no corpo. Este fenômeno se chama indução. Estas correntes secundárias, por sua vez, criam um campo magnético secundário que se opõe ao campo original. O método VLF faz parte de um conjunto de métodos geofísicos de exploração, que utiliza os princípios acima descritos, para descobrir objetos localizados em sub-superfície.

No método VLF, a fonte do campo de ondas eletromagnéticas primárias é um transmissor de rádio com ondas não moduladas com propósitos militares, operando numa banda de frequência muito baixa (15 a 30 kHz). Um transmissor VLF consiste em um longo cabo vertical enterrado, funcionando como um dipolo oscilante, que emite um sinal de rádio muito forte (300 - 1000kw).

Sobre um terreno homogêneo ambas as componentes, elétrica e magnética do campo de ondas de rádio, são essencialmente horizontais. Mudanças laterais na condutividade podem causar campos magnéticos anômalos, que podem ter componentes geométricas diversas, dependentes da distribuição de corrente induzida no solo. O módulo e a direção do campo magnético total sofrem grandes mudanças nas proximidades de estruturas condutoras, devido ao aumento no fluxo de correntes induzidas no solo. A seleção do transmissor a ser utilizado num levantamento de campo depende bastante da direção das estruturas geológicas a serem mapeadas. A resposta eletromagnética será ótima quando o campo primário for perpendicular às estruturas. Assim sendo, o transmissor deve estar, idealmente, na mesma direção das estruturas geológicas.

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO ESTADO

O Estado do Ceará é constituído, geologicamente, por 75 % de rochas cristalinas e 25 % por rochas sedimentares (figura 01).



Fonte: MME/DNPM. Mapa geológico do estado do Ceará, 1983.

Figura 01: Distribuição espacial das regiões de cristalino e sedimentar no Estado do Ceará, e localização das sedes dos municípios referidos neste trabalho.

Com relação a distribuição espacial, no geral, as rochas cristalinas dominam toda a zona central, parte dos extremos NW, SW e SE do estado, sendo bordejadas, em parte, nas zonas limítrofes estaduais por sedimentos costeiros e rochas sedimentares das Serra da Ibiapaba no lado oeste, Serra do Araripe no sul e Chapada do Apodi no lado leste.

No domínio cristalino predominam rochas de natureza migmatítica e gnaisses diversos, encerrando corpos subordinados de metacalcários, quartzitos, rochas calcissilicáticas, anfíbolitos, metabasitos e metaultrabasitos, além de rochas gabro-dioríticas e granitóides.

Podem ser encontradas, também, diversas intrusões granito-sieníticas, tais como os granitóides Mocambo-Meruoca e correlatos, cujos representantes podem ser encontrados na Serra da Meruoca, localizada na porção NW do estado, cuja ocorrência predomina na forma de grandes matacões.

Estruturalmente, predominam falhamentos com direção SSW-NNW.

As rochas sedimentares circundam quase a totalidade dos limites do estado, com uma ocorrência no interior, correspondente a Bacia do Iguatú.

Os sedimentos, na faixa litorânea, são representados por sedimentos costeiros (aluviais, flúvio-marinhos e eólicos) do Quaternário e por representantes do Grupo Barreiras (conglomerados, arenitos e areias) de ambiente fluvial, do Terciário.

A NE, extremando com o Estado do Rio Grande do Norte, encontra-se a Chapada do Apodi, representada pela Formação Açu (arenitos) e Formação Jandaíra (calcário), ambas, pertencentes ao Grupo Apodi, do Cretáceo Superior.

A Sul, extremando-se com o Estado de Pernambuco, encontra-se a Chapada do Araripe, representada pela Formação Santana (subdividida em membros a, b e c, constituídos, predominantemente, por arenitos, calcários e folhelhos, respectivamente) e Formação Exú (constituída por arenitos de grã média à grosseira, por vezes conglomeráticos), ambas, pertencentes ao Grupo Araripe, do Cretáceo Inferior.

No extremo W, limitando-se com o Estado do Piauí, encontra-se a Serra da Ibiapaba, representada pela Formação Serra Grande (constituída por arenitos grosseiros a conglomeráticos com predomínio de arenitos finos no topo e conglomerados na base) de idade Devoniana.

RESULTADOS OBTIDOS:

Dos 60 poços perfurados, locados com a metodologia VLF, 8 foram considerados como não produtivos (cerca de 13% do total), como mostra a figura 02. O limite de 200 l/h para poços não produtivos para o estado é em função da vazão mínima aceitável pelos órgãos oficiais de financiamento para o cristalino.



Figura 02: Poços produtivos (> 200 l/h) e não produtivos (≤ 200 l/h)

A tabela 01 mostra os poços considerados produtivos à nível de distribuição, em função da vazão.

Tabela 01: Número de poços por intervalo de vazão

INTERVALO DE VAZÃO (l/h)	NÚMERO DE POÇOS	PERCENTUAL
> 200 ≤ 500	09	17
> 500 ≤ 1000	14	27
> 1000 ≤ 3000	13	25
> 3000 ≤ 5000	05	10
> 5000 ≤ 10000	06	11
> 10000	05	10
TOTAL	52	100

As vazões de destaque, acima de 5000 l/h, foram encontradas nos municípios de Caucaia (6000 l/h), Iguatu (10000 l/h), Ipu (15000 l/h, 6000 l/h e 5000 l/h), Maracanaú (15000 l/h, 15000 l/h, 8000 l/h e 6000 l/h), Capistrano (12200 l/h), e Independência (12155 l/h), totalizando 18,3 % do total dos poços perfurados.

Apesar de alguns poços terem vazões baixas, foram encontrados fraturamentos em todos eles, o que demonstra que a metodologia é confiável na detecção de estruturas; entretanto, deve-se sempre ter em mente, que o equipamento funciona como mais uma ferramenta auxiliar e que as condições hidrogeológicas devem, sempre, ser consideradas no processo de locação do poço.

As figuras 03 e 04 que mostram as curvas VLF, real e imaginária, filtradas para uma profundidade de 30 metros, são exemplos de caminhamentos realizados na região da Serra dos Bastiões, com altitude estimada de 400 metros, no Município de Iracema - Ce.

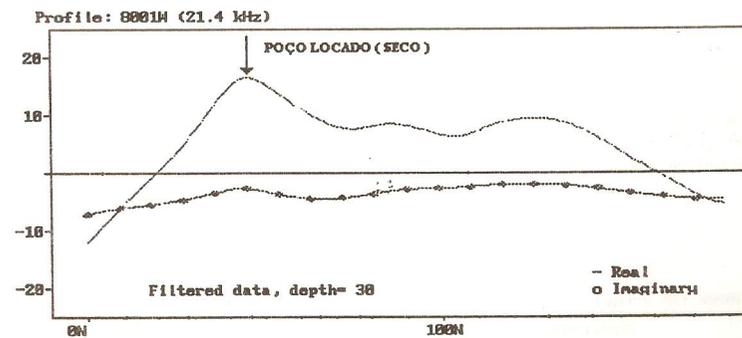


Figura 03: Curvas VLF, real e imaginária, filtradas, em caminhamento feito no Município de Iracema - Ce. (poço seco)

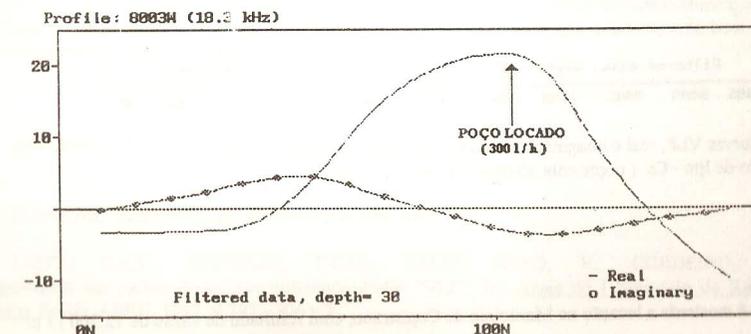


Figura 04: Curvas VLF, real e imaginária, filtradas, em caminhamento feito no Município de Iracema - Ce. (poço com 300 l/h)

Os caminhamentos foram realizados perpendicularmente às estruturas (como determina o método), sendo que, daqueles que foram feitos, considerou-se como potenciais, os caminhamentos 8001W (figura 03) e 8003W (figura 04) em função das anomalias representativas de fraturamentos (curva real), onde foram localizados os poços nas abscissas 45N (8001W) e 105N (8003N). Como resultado, obteve-se um poço com pouquíssima vazão, considerado seco, e outro com vazão de 300 l/h.

Os fraturamentos indicados pelas curvas VLF realmente foram encontrados, entretanto, a baixa produtividade dos poços perfurados pode ser explicada em função da região caracterizar-se como área de recarga e a época coincidir com uma estação de seca de 3 anos.

A figura 05 mostra as curvas, real e imaginária filtradas, para uma profundidade, também, de 30 metros, em levantamento feito no Município de Ipu - Ce.

Geologicamente, a área, é representada por rochas do embasamento cristalino próximas a Serra da Ibiapaba (sedimentos da Formação Serra Grande). Nos levantamentos, ali realizados, a preocupação, após o mapeamento das estruturas em imagens de satélite LANDSAT-5, foi a de determinar, em campo, as estruturas de direção NW-SE, pelo fato destas terem como zona de recarga os sedimentos da Serra da Ibiapaba.

No caminhamento 6000W (figura 05), os poços foram localizados nas anomalias das abscissas 750S e 920S, e após perfurados, as vazões foram de 15.000 l/h e 6.000 l/h, respectivamente, comprovando a existência dos fraturamentos e a recarga por conta dos sedimentos da Serra da Ibiapaba. Além dos aqui exemplificados, foram, ainda, localizados com VLF e posteriormente perfurados, na área, mais 4 poços com resultados semelhantes, servindo de apoio ao abastecimento da sede deste município.

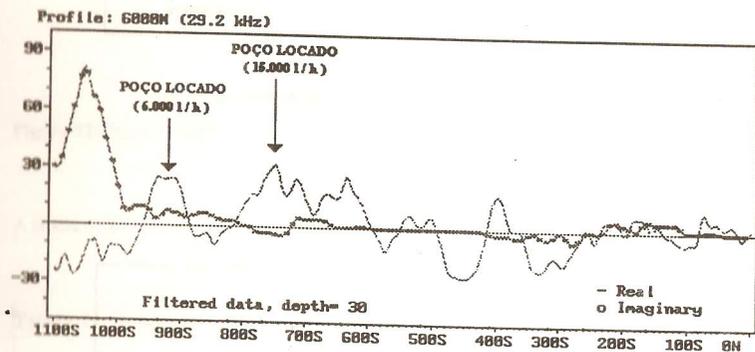


Figura 05: Curvas VLF, real e imaginária, filtradas, em caminhamento feito no Município de Ipu - Ce. (poços com 15.000 l/h e 6.000 l/h)

Na figura 06, é mostrada a localização no Município de Capistrano, com resultado de vazão de 12.200 l/h.

A região, a 122 Km de Fortaleza na direção sul, é também representada por rochas cristalinas fraturadas. O caminhamento 4444W mostrou anomalia VLF bem pronunciada na abscissa 332S, a qual levou à localização do poço neste ponto.

A alta vazão encontrada, neste caso, pode estar relacionada ao fato da estrutura estar ligada a um sistema regional, de forma a propiciar uma recarga considerável, tendo em vista que nas proximidades não foi observado nenhum fator que pudesse ser considerado como de influência a uma recarga local, como no caso do Município de Ipu. Este fato é muito provável pela razão da estrutura ser de direção NW coincidindo com a direção das principais estruturas regionais do estado.

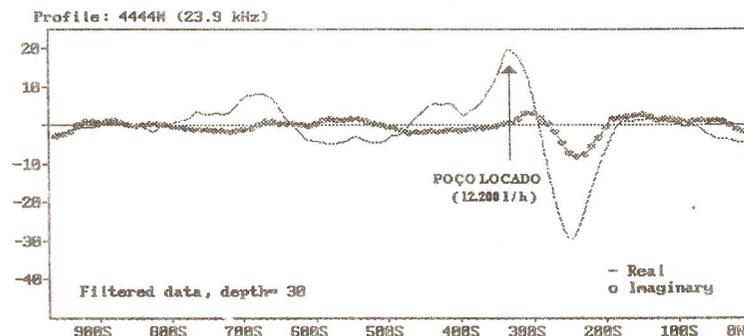


Figura 06: Curvas VLF, real e imaginária, filtradas, em caminhamento feito no Município de Capistrano - Ce. (poço com 12.200 l/h)

CONCLUSÕES

A análise dos resultados demonstra, claramente, que o método de prospecção geofísica VLF é aceitável na prospecção de águas subterrâneas nas regiões cristalinas do Estado do Ceará, onde, dos 60 poços perfurados, conseguiu-se uma vazão média de 2885,47 l/h, considerando os 8 poços com vazões inferiores a 200 l/h (considerados totalmente secos). A vazão média dos poços no estado, cadastrados no banco de dados da FUNCEME, do total de 2569 poços para o cristalino, é de 2115 l/h. O fato de terem sido encontrados fraturamentos nos poços com pequenas vazões ou mesmo totalmente secos, evidencia que o método, como todos os demais métodos de prospecção de água subterrânea, deve ser aplicado juntamente com técnicas, outras, como produtos de sensoriamento remoto para análise de estruturas, conhecimento hidrogeológico e, principalmente, sempre que possível, um bom conhecimento das relações estruturais na região da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

FUNCEME. Banco de dados de caminhamentos VLF.

LEITE, C.E.S.; ANDRADE, F.C.M.; SALES NETO, P.; CORDEIRO, W. Prospecção hidrogeológica em rochas cristalinas utilizando ondas "VLF". In: Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Recife, ABRH, 1992. P.297 - 306 v.2.

MME / DNPM. Mapa geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000. 1993.