

PERFIS ELÉTRICOS, UM MODELO POSITIVO

Francisco Said Gonçalves¹

Resumo - *Perfis Elétricos, um modelo positivo*, aborda a utilização dos Perfis Elétricos de Schlumberger na locação de poços tubulares em rochas cristalinas, no estado do Ceará.

Este método tem oferecido um índice de acerto que oscila entre 88% e 95% nos trabalhos desenvolvidos pela SOHIDRA.

Significativas vazões, consideradas recordes até o momento têm sido registradas em vários municípios.

Palavras-chave – prospecção, eletroresistividade, cristalino

INTRODUÇÃO

O método geofísico de sondagem por eletroresistividade das rochas (com corrente contínua) é bastante conhecido e consagrado no mundo, permitindo excelentes localizações e caracterizações de aquíferos em bacias sedimentares.

Uma forma adaptada de prospecção em rochas cristalinas, inicialmente estudada por Ellert N. e Mendes J., 1982, incrementada por geólogos cearenses, tem possibilitado a obtenção de vazões recordes em alguns municípios (Said, no prelo). A incorporação de novas técnicas com intuito de aprimorar a eficácia das locações através do método da eletroresistividade é o objetivo primordial da SOHIDRA.

O ESTUDO GEOFÍSICO UTILIZADO

O método geofísico por eletroresistividade das rochas consiste na emissão em superfície de corrente elétrica (I) contínua (CC) (para uma dada tensão (V) de saída da fonte) ao subsolo através de dois eletrodos de ferro denominados A e B. Esses eletrodos,

¹ Atualmente geólogo da Superintendência de Obras Hídricas do Estado do Ceará - SOHIDRA - onde trabalha desde 1981, com experiência na construção de poços tubulares e em estudos geofísicos e hidrogeológicos para locação de poços tubulares. Av. Viena Weine, 100- Cidade dos Funcionários – CEP 60822-180 - Fortaleza – CE; Fone: (85) 271-1171

com 80cm em média de comprimento e ½"Ø são móveis para SEV e fixos para Perfis Schlumberger. A diferença de potencial ((ddp) ΔV) é medida através de dois eletrodos não polarizáveis denominados de M e N. Esses eletrodos são móveis lateralmente em ambos os sentidos. São confeccionados com tubos de PVC de 3"Ø com fundos de vela de filtro d'água, cheios de sulfato de cobre. O arranjo mais utilizado é o linear quadripolar de Schlumberger.

A resistividade aparente (ρa) das rochas é obtida das medições, sendo fornecida pela fórmula:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

ρ_a	Resistividade aparente	Ohm/m
ΔV	Diferença de potencial	mV
K	Constante geométrica dependente das distâncias entre eletrodos AB e MN	m
I	Corrente elétrica	mA

$$K = 2\pi \left[\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right]$$

onde:

AM, BM, AN, e BN representam a sequência de medições de ρa, com comprimento **AB** e **MN** crescentes, o que permite compor a função ρa x AB/2 que após a análise, fornece indicações das várias resistividades existentes em profundidade (**SEV**) ou as variações da mesma lateralmente (*Perfis Elétricos*).

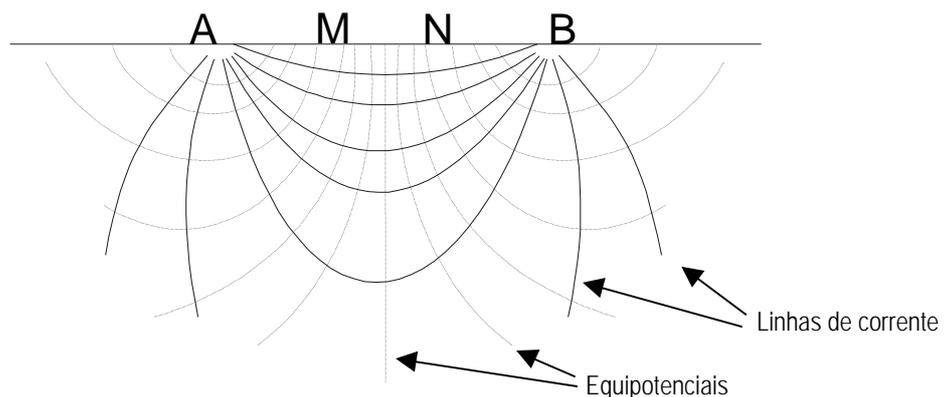


Figura 1

A figura 1 mostra em corte vertical a distribuição das linhas de corrente e as equipotenciais para um meio homogêneo isotrópico.

Obs: Os meios geológicos reais são normalmente heterogêneos e anisótipos e a respeito deles pode-se falar apenas em resistividade aparente, parâmetro que representa a resistividade aparente de um meio homogêneo e isotrópico fictício onde, conservando as separações intereletrônicas e a intensidade de corrente, obter-se-á a mesma diferença de potencial (ddp) (ΔV) que para o meio heterogêneo real (OESA - OTI).

METODOLOGIA APLICADA

Na pesquisa hidrogeológica o método de eletroresistividade tem mantido a preferência dentre outros da geofísica por influência de fatores logísticos, técnicos e econômicos.

A logística - Facilidade no manuseio do equipamento portátil, com operações rápidas, especialmente na aplicação dos perfis elétricos de Schlumberger (PES).



Eletoresistivímetro

A técnica - Tradicional na prospecção de águas subterrâneas por oferecer informações confiáveis do subsolo. No momento o percentual de acerto do método na SOHIDRA oscila entre 88% e 95%.

A economia - Baixo custo inicial de investimento e acessórios, manutenção reduzida, material de consumo de baixo preço. Alguns usuários utilizam eletrodos de ferro na recepção, entretanto, as medições estão sujeitas a erros na medição de ΔV devido a polarização de eletrodos (Orellana, E., 1982, Paraninfo 2ª ED, MADRID, pp269 – 270)



Aspecto do eletrodo utilizado pelo autor



Eletrodo de ferro

Antecedendo os trabalhos de campo, os seguintes procedimentos devem ser realizados:

1. Pesquisa bibliográfica específica (mapas, trabalhos publicados, estudos geofísicos anteriores)
2. Inventário dos poços existentes nas imediações (raio máximo de 01 Km).
3. Fotointerpretação geológica.
4. Apreciação da litologia, hidrografia, análise estrutural, relevo.

TRABALHO DE CAMPO

Trabalhando com caminhamentos elétricos ou perfis elétricos, AB deve ser mantido fixo. A profundidade de investigação segundo Schlumberger será em torno de $\frac{1}{4}$ de AB.

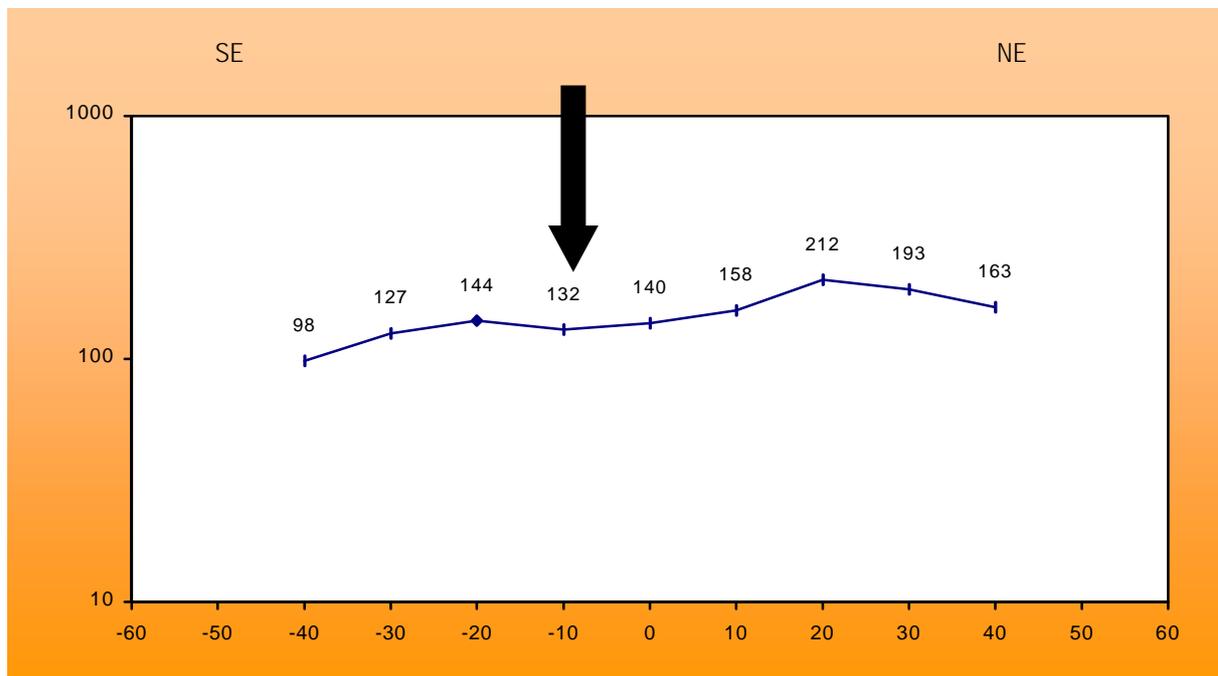
Ex:

$$AB = \frac{200}{4} = 50m$$

$$AB = \frac{300}{4} = 75\text{m}$$

$$MN < \frac{AB}{5}$$

Os valores de resistividade aparente são plotados em um gráfico (formato monolog) onde os valores correspondentes as estações no terreno são as abcissas, e nas ordenadas temos os valores das resistividades aparentes, como podemos observar no gráfico abaixo.



POSICIONAMENTO OU ORIENTAÇÕES NO CAMPO DOS PERFIS ELÉTRICOS:

É em função dos dados obtidos da análise estrutural, hidrografia e relevo.

O alcance é ampliado quando são executadas sondagens perpendiculares ou paralelas de modo que é recomendável estudo nesse sentido.

CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AO TIPO DE ROCHA:

Com a finalidade de fazer uma boa correlação com a resistividade;

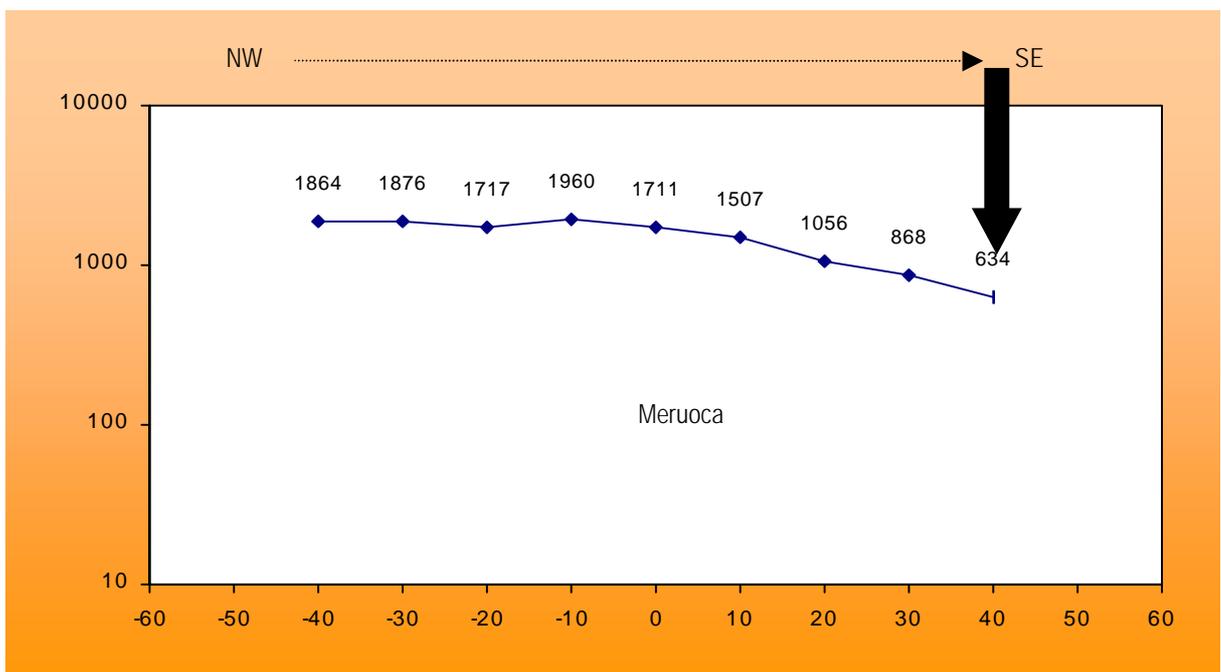
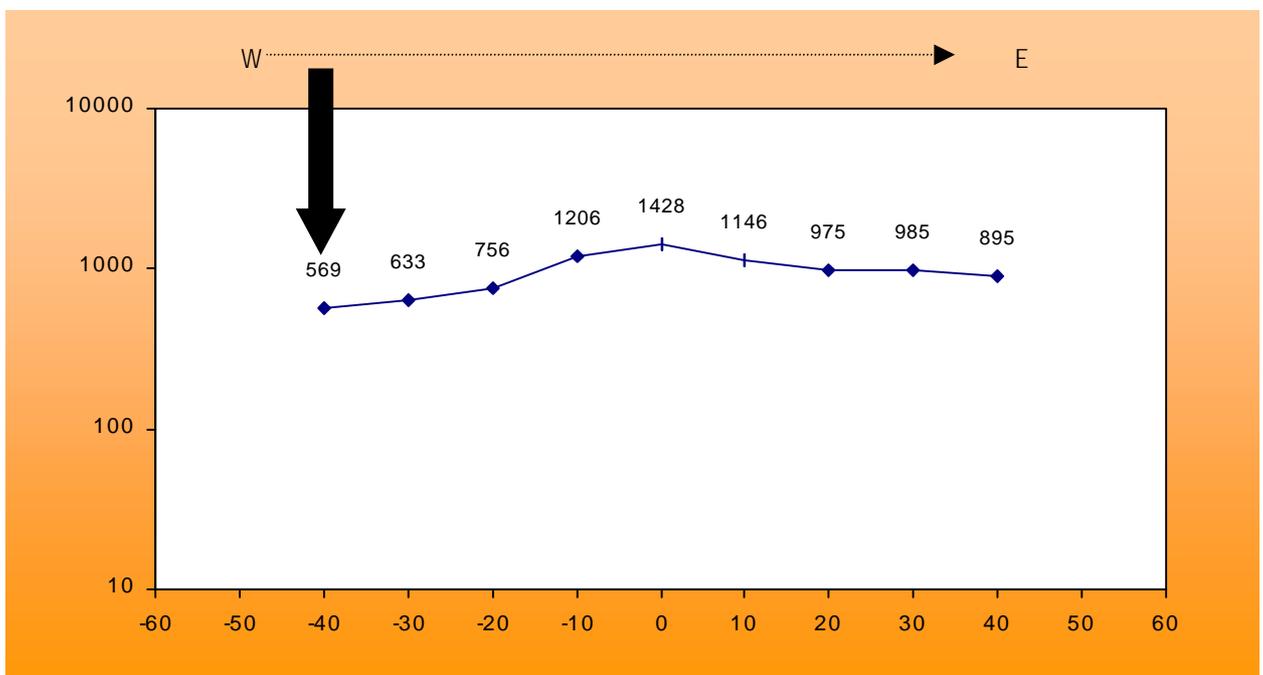
Algumas litologias fornecem pa elevados como é o caso das rochas graníticas em algumas regiões do estado do Ceará (Serra da Meruoca, Serra do Pereiro, no arenito Serra Grande) e em outros estados como é o caso de Roraima. Portanto fogem ao modelo tradicional onde temos pa médio entre 100 e 130 chegando a um valor máximo de 150 ohm/m, como parâmetro indicador da existência de estruturas saturadas d'água.

Exemplos: *Sítio de Fora - Pereiro – CE*

Litologia Granitos - Q = 150 l/h

Santo Antônio dos Fernandes - Meruoca - CE

Litologia Granitos - Q = 8500 l/h



Obs: Valores acima de 600 devem ser evitados. Observe no gráfico a queda abrupta de $\rho\alpha$ de W para E.

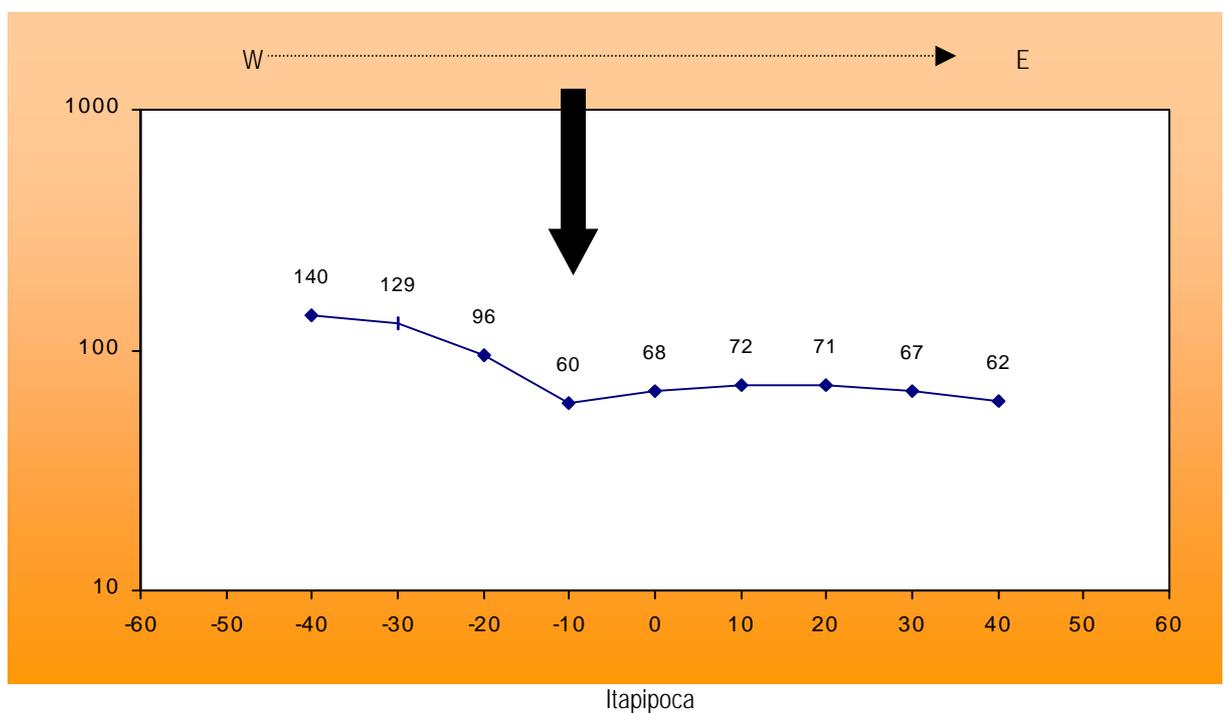
ANOMALIAS OBSERVADAS:

Devemos observar bem as anomalias ou depressões de resistividade aparente, pois são fundamentais para interpretação dos dados obtidos que são plotados em gráficos.

Exemplo: *Polo Calçadista de Itapipoca*

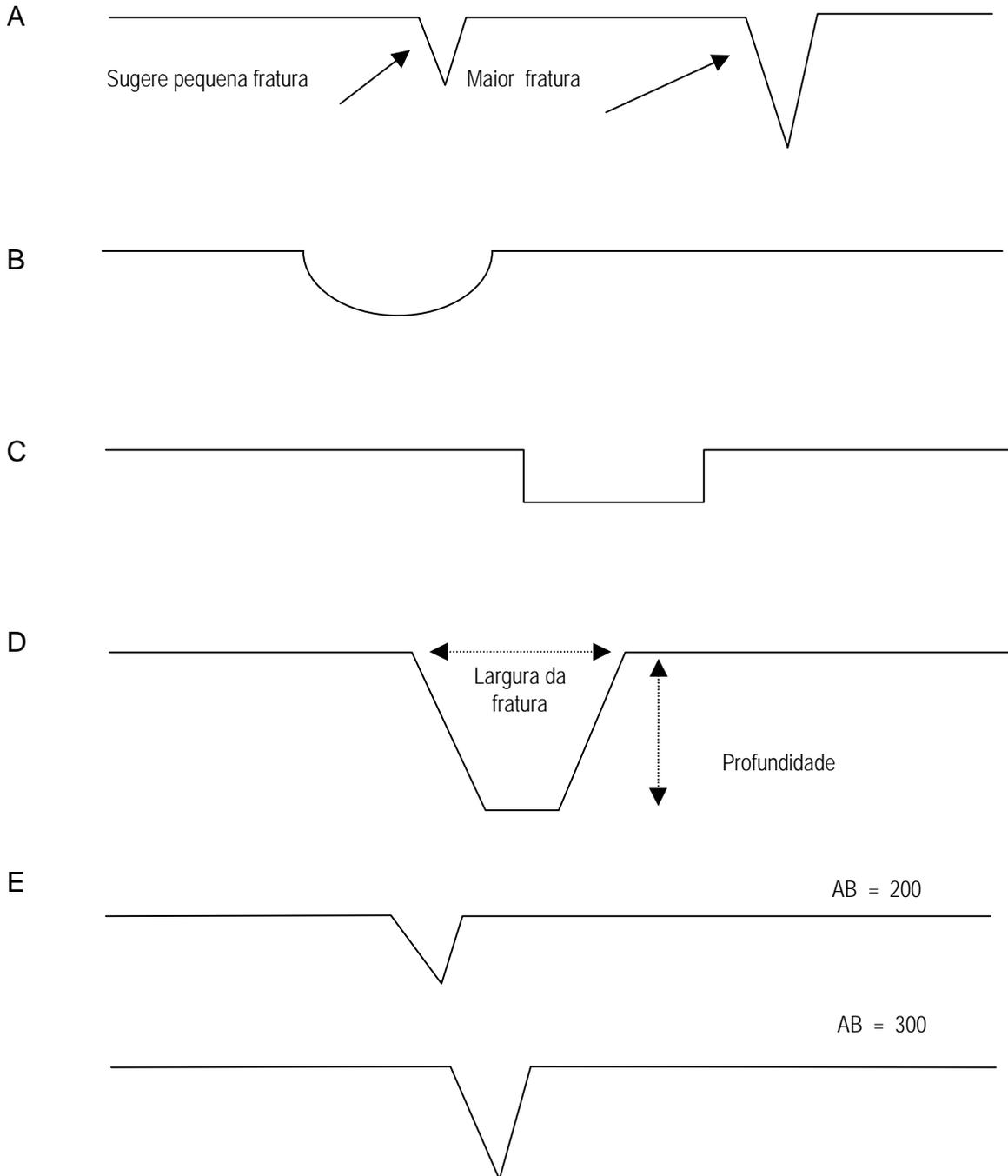
Av. Universidade s/n - Sede do Município

Q = 2200 l/h



PANORAMA GERAL DAS ANOMALIAS OBSERVADAS:

Características mais frequentes das anomalias observadas nos perfis geoeletricos:



VANTAGEM DA UTILIZAÇÃO DOS PERFIS EM ROCHAS CRISTALINAS

A Sondagem Elétrica Vertical – SEV – consiste em uma avaliação pontual na vertical ou seja em profundidade sendo restrita para detectar as discontinuidades nas rochas cristalinas. Convém usar após a execução do Perfil Elétrico.

No perfil elétrico com $AB = 200\text{m}$, $X = 10\text{m}$ e $MN = 20$, podemos verificar lateralmente de imediato 09 (nove) pontos da área estudada. Segundo os resultados anômalos apresentados, executa-se um Perfil Elétrico com $AB = 300\text{m}$, $X = 10\text{m}$, $MN = 20\text{m}$ ampliando assim a profundidade investigada e o número de pontos prospectados passa para 11 (onze).

LIMITAÇÃO DO MÉTODO P.E.S.

1. Em áreas com cobertura sedimentar ou manto de intemperismo significativo, convém fazer uma sondagem inicial utilizando SEV. Devem ser vistos com precaução valores elevados de pa em curvas tipo “fundo de barco”.
Ex.: Zona Litorânea do Estado, onde se observa um pacote sedimentar até o embasamento - Grupo Barreiras.
2. A partir do centro temos 40 ou 50m de informação nas laterais do centro, perfazendo um perfil de 80 ou 100m.

Perpendicular aos alinhamentos não temos informações do alcance do estudo, presume-se com base nas dimensões das estruturas. Provavelmente seja possível mensurar em estudos posteriores com a utilização de fotografias aéreas.

A execução de perfis sequenciados tem fornecido boas informações quanto a dimensão longitudinal e direção da estrutura ou sistema de fendilhamento. De posse de um gráfico em corte vertical e observando-se o declínio da resistividade aparente passando pelo ponto mínimo e posterior elevação podemos associar a largura da estrutura armazenadora.

MERGULHO DA FRATURA

Com Perfis Elétricos com espaçamentos diferenciados, $AB = 200$ e 300m , temos observado o deslocamento da depressão de resistividade aparente que sugere um provável mergulho do plano da falha.

CONCLUSÕES

Na realidade, nosso trabalho visa influir no debate de idéias e na troca de experiência de geocientistas e empreendedores dos recursos hídricos subterrâneos

O importante papel dos Perfis Elétricos na prospecção dos meios aquíferos fissurais “cristalino”, não pode ficar isolado ou ignorado.

É necessário o envolvimento dos gestores das águas subterrâneas para que este modelo positivo possa contribuir no atendimento da demanda da mais importante reserva estratégica do planeta.

AGRADECIMENTO

Meu sincero agradecimento ao amigo Paulo D’Orleans, pela cooperação na coleta e processamento dos dados obtidos e na tradução do abstract.

BIBLIOGRAFIA

- Said, Francisco Gonçalves - Anais do 1º Congresso Brasil – Alemanha sobre Energias Renováveis e Recursos Hídricos - CONTRIBUIÇÃO DOS PERFIS GEOELÉTRICOS PARA LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES EM ROCHAS CRISTALINAS. Fortaleza – Ceará, out. 1999. No prelo.
- ASTIER, J. L. 1982 Geofísica Aplicada a la Hidrogeologia - Ed. Paraninfo Madrid
- DAVINO, A - 1970 - Importância do método da eletroresistividade na determinação da natureza do manto de decomposição em rochas cristalinas. Bol. Da Sociedade Brasileira de Geologia.
- Elementos de Hidrogeologia Prática - SUDENE - Divisão de Documentação, Recife, outubro, 1972 - Série Hidrogeológica nº 13.
- Ellert, N et all (1982). Aplicação da Geofísica na Prospecção de Águas Subterrâneas em Meios Fissurados.
- Figueroa, J. C. (1974) Tratado de Geofísica. Lotprint, Madrid,
- Hidrogeologia Conceitos e Aplicações - Feitosa, Fernando – Filho, J. M. - CPRM 1997.
- LADEIRA, E. A - 1985 - Contribuição da geologia estrutural à pesquisa de águas subterrâneas em rochas fraturadas. Águas Subterrâneas (9) - São Paulo pp 7 - 34
- ORELANA, E. 1982 - Prospeccion Geoeletrica em Corrente Continua, Ed. Paraninfo - Madrid. pp. 269 à 270.