

CONTRIBUIÇÕES DA ELETRORRESISTIVIDADE NA CARACTERIZAÇÃO GEOELÉTRICA DOS AQUÍFEROS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Oliveira, J.F. de¹ & Castelo Branco, R.M.G.²

Resumo - Este trabalho apresenta os resultados do levantamento de eletrorresistividade na Região Metropolitana de Fortaleza, limitada pelas coordenadas 39°00'a 38°00'W de Gr. e 4°00' a 3°30'S. Os estudos são fundamentados na análise de sondagens elétricas verticais utilizando-se o arranjo Schlumberger em áreas de rochas do embasamento ígneo-metamórfico e sedimentos do Grupo Barreiras e de cobertura colúvio-aluviais. Foi possível estabelecer três unidades geoeletricas (A, B e C) representativas dessas rochas e determinar o topo do embasamento em diversos setores da Região Metropolitana de Fortaleza.

Os estudos das sondagens elétricas verticais permitem assinalar a relação das características geoeletricas com conjuntos litológicos, evidenciados pelas SEV's da unidade A representativas de predomínio de sedimentos do Grupo Barreiras, unidade B representativas de rochas granitóides e unidade C representativa de sedimentos predominantemente colúvio-eluviais, cujas características geoeletricas mostram a variação da anisotropia desses terrenos colúvio-eluviais. Os estratos geoeletricos apresentados apontam que a área das localidades de Eusébio e Aquiraz reúnem as características geoeletricas de aquíferos promissores na Região Metropolitana de Fortaleza.

INTRODUÇÃO

Em regiões metropolitanas a aplicação da metodologia geofísica oferece importantes detalhes das estruturas geológicas, inclusive à geologia de superfície. Os métodos elétricos e elétrico-magnéticos e o método de GPR ("Ground Penetrating Radar") têm contribuído eficazmente nos terrenos sedimentares nos problemas voltados para água e aplicações geológicas.

Na campanha da eletrorresistividade, os estudos foram efetuados com base nos dados de 17 sondagens elétricas verticais (Oliveira, 1998), com arranjo Schlumberger,

¹ CPRM Av. Santos Dumont, 7700 - Fortaleza – (085)265.1288 fax (085) 265.2212 e-mail: refort@secrel.com.br;

desenvolvidas em seção de 50km de extensão e com espaçamento na ordem de 3 km, em terrenos envolvendo diversos litótipos do embasamento ígneo-metamórfico e coberturas sedimentares.

A Região Metropolitana de Fortaleza está localizada na porção nordeste do estado do Ceará (figura 1), apresentando-se limitada, ao norte, pelo oceano Atlântico; ao sul, pelos municípios de Caridade, Palmácia, Redenção, Acarape, Pacajus e Horizonte; a leste, pelo município de Pindoretama e pelo oceano Atlântico; e a oeste, pelos municípios de São Gonçalo do Amarante e Pentecoste.

GEOLOGIA

Na área em estudo tem-se um embasamento incluindo litótipos metamórficos, sobrepostos por delgada cobertura de sedimentos terciários e quaternários e apresentação de esparsos “necks” terciários de rochas vulcânicas alcalinas (fonolitos, traquitos, tufos e essexitos). Essa área está inserida, em quase toda sua extensão, no quadro geológico-geotectônico do sistema (Faixa) de Dobramentos Jaguaribeano de Brito Neves (1975).

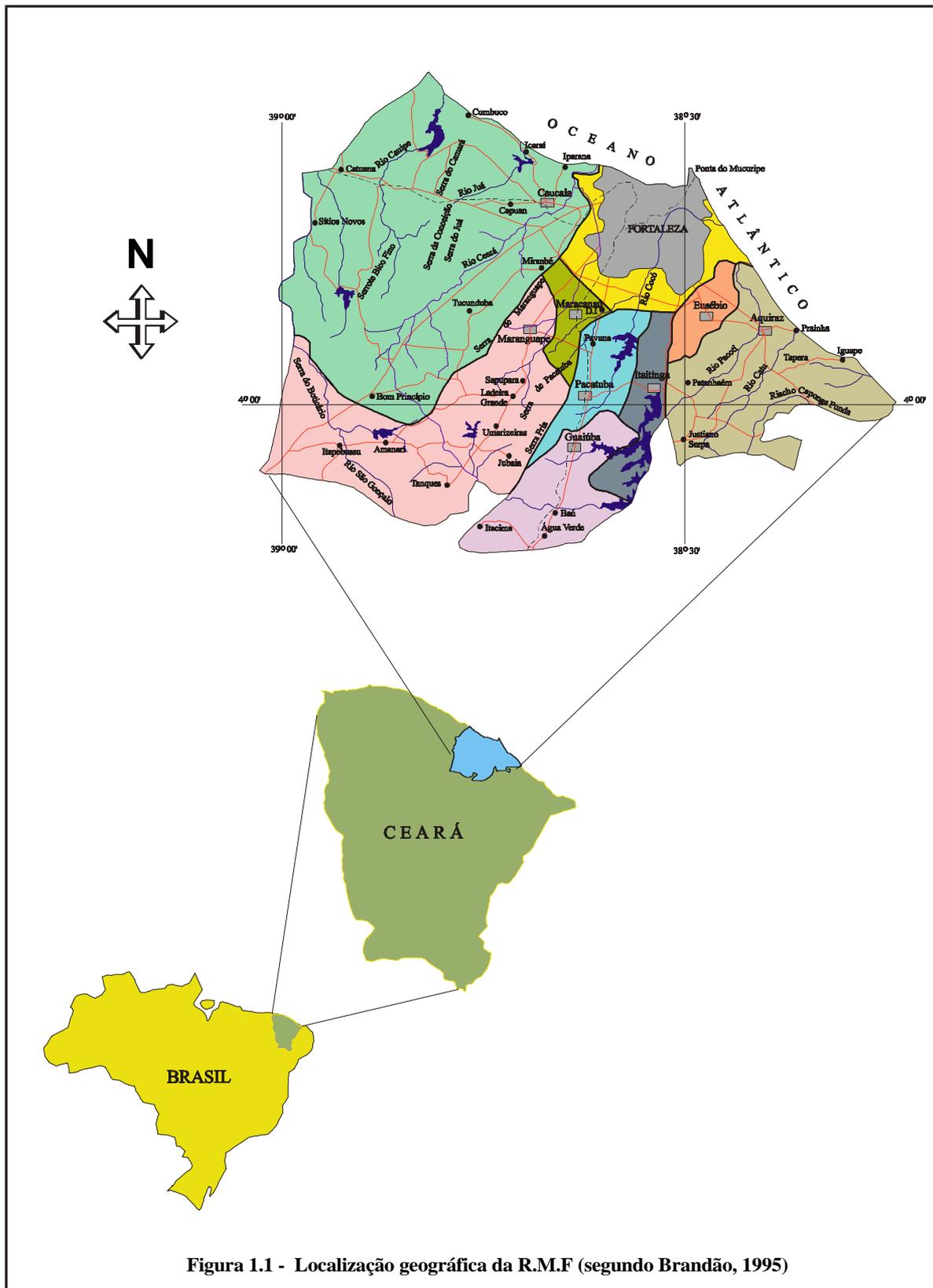
Os terrenos gnáissico-migmatíticos, na região em foco, distribuem-se em toda a área, envolvendo tanto segmentos de rochas ortoderivadas como supracrustais, tendo na literatura, no contexto geológico, denominações litoestratigráficas diversas. São materializadas na região, manifestações magmáticas atribuídas ao Evento Brasileiro, sobretudo, através de corpos plutônicos de natureza granítica, encaixados nos litótipos precedentes e, também, corpos tabulares que se encerram indistintamente nessas unidades. São presentes, rochas vulcânicas de natureza alcalina, em jazimentos sob as formas de “necks” e diques, constituindo uma província petrográfica geneticamente relacionada com os vulcanitos do arquipélago de Fernando de Noronha, de idades atribuídas ao Terciário, na ordem de 30m.a. Como componentes mais recentes no quadro geológico, situam-se as coberturas sedimentares cenozóicas, constituídas pelo Grupo Barreiras, Coberturas Colúvio-Eluviais, Paleodunas, Dunas Móveis e Depósitos Flúvio-Aluvionares e de Mangues.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Neste trabalho foi empregado o método da eletrorresistividade, por sondagem elétrica vertical, arranjo Schlumberger, muito utilizado na medida da resistividade dos materiais de subsolo. A sondagem elétrica vertical (SEV), consiste na aplicação de uma

² UFC-DEGEO, C. Pici BI 913 - (085) 288.9870, e-mail: mariano@ufc.br.

corrente elétrica à superfície do solo, através de dois eletrodos A e B, chamados eletrodos de corrente, onde existirá um fluxo de corrente entre esses eletrodos, e na medição da diferença de potencial entre dois diferentes pontos da



superfície do solo, chamados eletrodos de potenciais, onde é possível determinar-se o comportamento das linhas de corrente em sub-superfície, face às linhas equipotenciais (que unem pontos de mesmo potencial e são perpendiculares às linhas de corrente). No levantamento de campo foi empregado um eletrorresistímetro PER-80 (Oliveira, 1998), de fabricação da DPM-Engenharia. As SEV's foram executadas numa extensão de cerca de 50km, entre as localidades de Prainha e São Gonçalo do Amarante, envolvendo toda extensão do Anel Rodoviário, totalizando 17 sondagens elétricas verticais (figuras 5.4 e 5.5 e Quadro 5.1 de Oliveira, op. cit.), com espaçamentos assim distribuídos: AB máximo, correspondendo a 300 metros, verificado nas SEV's 02, 07, 12, 13 e 16; AB mínimo de 3,0 m ; e, AB de 4m, 6m, 8m, 10m, 14m, 20m, 30m, 40m, 60m, 80m, 100m, 140m, 200m e 300m; MN com os valores de 0,6m, 2,0m 6,0m, 20m e 40m.

A interpretação das SEV's constou na análise geoeétrica dos dados, procedendo-se o estudo das curvas geradas e o modelo de camadas geoeétricas caracterizadas, onde foi possível estabelecer três grupos distintos de perfil geoeétrico. Esta interpretação seguiu o procedimento de tentativa e erro, tendo as disposições, em termos percentuais, diminuindo na medida em que o modelo proposto fornecia dados compatíveis com os dados de campo.

As resistividades caracterizadas em cada unidade geoeétrica (representadas nas sondagens figuras 5.6 a 5.21 de Oliveira, 1998 e inseridas na descrição das unidades geoeétricas), estão associadas aos estratos observados (Quadro 1). As resistividades baixas com indicação de maiores profundidades que alcançam até 58,3 metros, estão mais distribuídas nas regiões dos sedimentos do Grupo Barreiras, no setor leste da seção estudada, tendo também, distribuição em alguns outros segmentos na área de Maracanaú.

Apresentam-se as características geoeétricas gradativamente variando seus valores para o oeste da seção (Prainha e Catuana), até atingir os segmentos do embasamento cristalino onde ocorrem as áreas de exploração de Pedreiras.

QUADRO 1 – Distribuição e integração das SEV's (Seg. Oliveira, 1998)

Unidade Geoelétrica	SEV's	Estratos Geoelétricos	Altitude (m)	Profundidade Alcançada (m)
A	16	2	20,60	54,0
	03	3	19,20	54,4
	05	4	25,80	36,7
	06	3	33,70	48,1
	07	3	28,40	58,3
AS (subunidade)	01	3	16,50	16,3
	02	4	18,40	21,8
B	11	3	17,00	24,7
	14	2	44,50	13,0
	15	2	20,54	12,3
	17	3	24,50	9,5
C	09	3	38,00	24,4
	10	3	21,20	18,7
	04	3	30,20	18,1
	12	3	33,20	15,1
	13	3	39,20	23,8

Na região estudada, as unidades geoelétricas A e C mostram-se com as características geoelétricas mais representativas dos aquíferos, comparadas com a unidade (B), inclusive respaldadas pelos dados dos poços tubulares existentes nas regiões de Aquiraz e Euzébio, com profundidades, preferencialmente entre 40 e 70 metros.

Unidade A - Esta unidade está melhor representada nas SEV's 16, 03, 05, 06 e 07 (figuras 5.6 a 5.10 de Oliveira, 1998; Figura 2), mostra a suavidade nas curvas, representativa de áreas com sedimentos do Grupo Barreiras. As resistividades desse estrato geoelétrico "Grupo Barreiras", com espessura, preferencialmente, entre 40 a 50 metros, são normalmente um pouco baixa, na ordem de

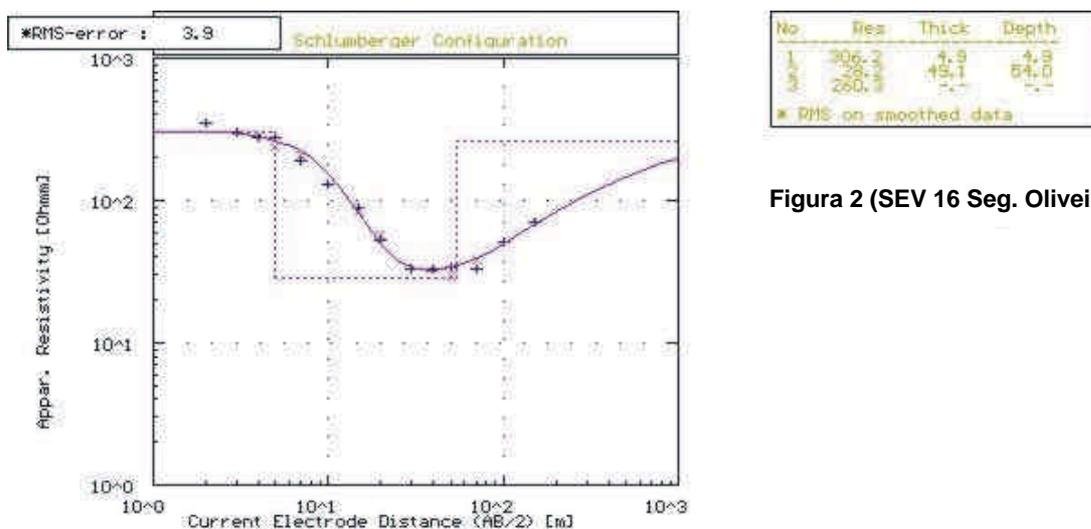
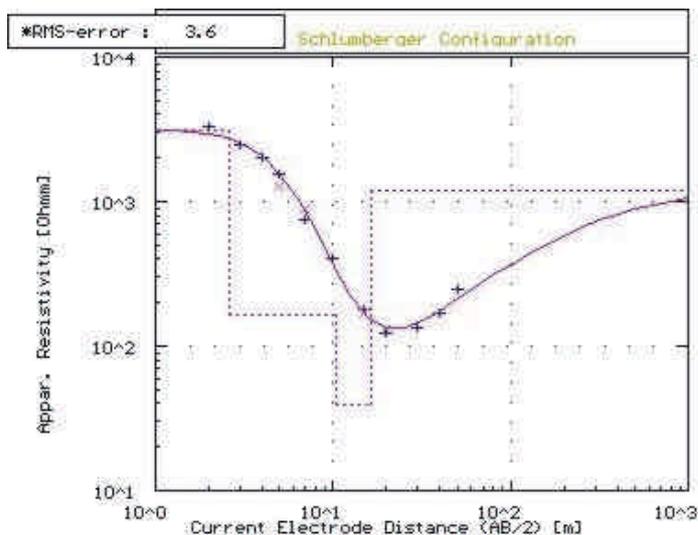


Figura 2 (SEV 16 Seg. Oliveira, 1998)

27 a 28 ohm.m, com variações em algumas sondagens com valores na ordem de 48 e 49 ohm.m e 18 ohm.m, exibindo uma profundidade que alcança comumente a ordem de 54 metros, que corresponde ao topo do embasamento cristalino. A integração dos dados da unidade A com os dados de poços tubulares (com profundidade de 40 a 70 m) mostra uma correspondência de profundidade assinalada por valores Bouguer que apresentam valores mais elevados na região de Euzébio ($g_{AB} = 28,14$ mgal e $22,67$ mgal) e valores mais baixos no oeste, área de Maracanaú ($g_{AB} = 17,41$ a $14,73$ mgal).

Subunidade A - A curva de resistividade aparente nesta unidade é do tipo $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$ e $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$, na conceituação de Keller (1976), com valores da resistividade aparente dos estratos geoeletricos elevados e com espessuras menores relativas a unidade A. Esta unidade está representada nas SEV's 01 e 02 (figuras 3), caracterizadas por 3 e 4 estratos geoeletricos distintos, mostrando espessuras delgadas que alcançam até 9,5 metros e profundidades até o topo do embasamento cristalino de 16,3 a 21,8 metros. Sua distribuição na região de Aquiraz/Euzébio/Messejana em segmentos do Grupo Barreiras guarda possível influência de área remobilizada.



No	Res	Thick	Depth
1	3160.7	2.86	2.5
2	182.1	7.86	10.4
3	38.0	5.9	12.3
4	1184.8	-	-

* RMS on smoothed data

Figura 3 (SEV 01, seg. Oliveira, 1998)

Unidade B - A unidade B (representada nas SEV's 11, 14, 15 e 17 e figura 4) é representativa de rochas do embasamento cristalino, relaciona-se ao tipo de curvas $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$, com estratos geelétricos delgados (2 e 3 estratos), onde a profundidade do embasamento cristalino mostra-se normalmente na ordem de 9,1 a 13 metros, destacando-se uma SEV com profundidade de 24,7 metros que se localiza mais distante das pedreiras e apresenta seqüência sedimentar mais espessa (18,3 metros). Nas SEV's estudadas a resistividade aparente das rochas cristalinas mostra valores elevados. Concernente à integração dos valores desta unidade, são apresentados em vários poços tubulares vazão na ordem de 1,20 m³/h a 9,3 m³/h, mostrados em poços com profundidades de 50 a 70 metros.

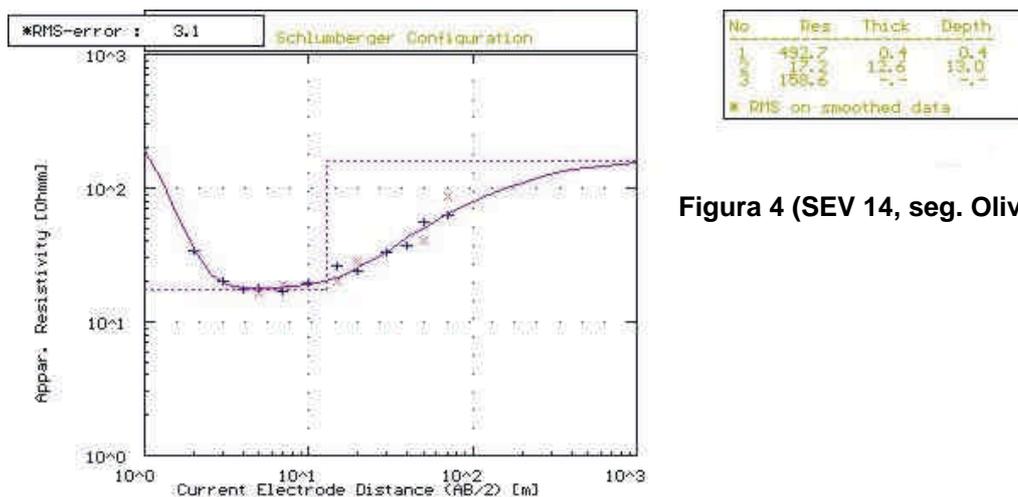
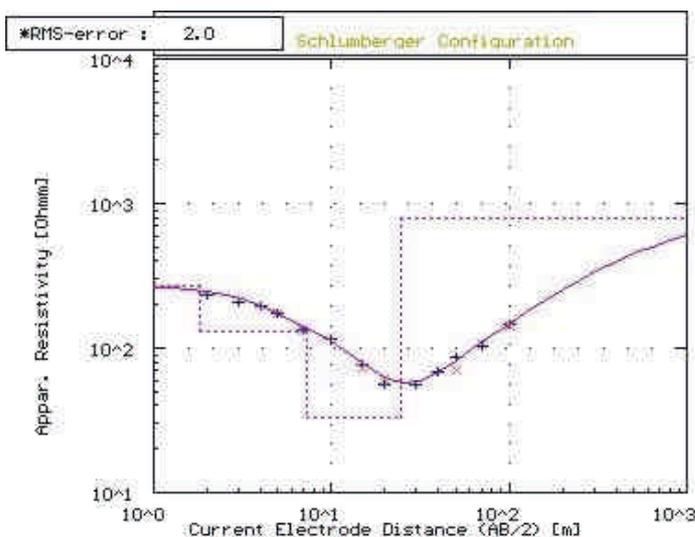


Figura 4 (SEV 14, seg. Oliveira,1998)

Unidade C - A unidade C (representada pelas Sev's 9, 10, 04, 12 e 13 Oliveira,1998; figura 5), distribuída em terrenos de coberturas de colúvio-eluviais mostra-se caracterizada pelas curvas do tipo $\rho_1 > \rho_2 > \rho_{liveira}$, op cit.) e $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ (SEV's 4, 10 e 12, Oliveira, op cit.). Seus estratos geolétricos são distintos (ordem de 3), onde as resistividades aparente mais baixa do tipo $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$, apresentam espessuras mais elevadas, 17,2 m e 11,2 m, com profundidades de 24,4 m e 23,8 m, relacionadas ao topo do embasamento ígneo-metamórfico. Nas curvas do tipo $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$, o estrato geolétrico mais profundo (3), com resistividade aparente variando de 39,8 a 51,0 ohm.m e espessura na ordem de 5,3 a 9,3 m, apresenta profundidade de 15,1 a 18,7 m, representativa do topo do embasamento cristalino.



No	Res	Thick	Depth
1	100	1	1.8
2	100	1	7.2
3	100	1	24.4
4	100	1	-

* RMS on smoothed data

Figura 5 (SEV 09, seg. Oliveira,1998)

CONCLUSÕES

O método da eletrorresistividade, tradicionalmente utilizado na pesquisa de águas subterrâneas, com o auxílio das modernas técnicas analíticas e de processamento de dados, tem se mostrado muito versátil e confiáveis nos estudos de água subterrânea;

A correspondência das sondagens elétricas verticais exhibe características geolétricas para maiores aquíferos promissores na parte sudeste da região situados em sedimentos do grupo Barreiras;

Os estudos das sondagens elétricas verticais permitem assinalar a relação das características geolétricas com conjuntos litológicos, evidenciados pelas SEV's da unidade A representativas de predomínio de sedimentos do Grupo Barreiras, unidade B representativas de rochas granitóides e unidade C (figura 6) representativa de sedimentos predominantemente colúvio-eluviais, cujas características geolétricas mostram a variação da anisotropia desses terrenos colúvio-eluviais;

As características geolétricas das SEV's apontam uma importante área de aquífero distribuída na região de Euzébio/Aquiraz, com a presença dos sedimentos do Grupo Barreiras alcançando uma profundidade na ordem de 54 metros que corresponde a altitude do topo do embasamento cristalino. As SEV's apontam na porção leste da seção estudada maior espessura de sedimentos e maior profundidade do topo do embasamento cristalino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO NEVES, B, B. de. *Regionalização geotectônica do Pré-cambriano nordestino*. São Paulo, 1975. 198p. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, USP.

- KELLER, G. V. & FRISCHKNECHT, F. C. Electrical Methods in Geophysical Prospecting. 1966. Pergamon Press Inc. International Series in Electromagnet Waves vol. 10.
- OLIVEIRA, J.F. de. Contribuições dos Métodos Geofísicos (Magnetometria, Gravimetria e Eletroresistividade) à Geologia Costeira da Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza, 1998. 111p. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências, UFC.

Figura 6 - Integração e distribuição em profundidade dos estratos geoeletricos (seg. Oliveira, 1998)

