

Por

R.C.Vasques<sup>1</sup>, M.R.B.Gomes<sup>1</sup>, J.M.L.Marinho<sup>2</sup>.

**RESUMO** Durante o Longo período de seca que se estendeu entre o ano de 1979 a início de 1985, sérios problemas de abastecimento d'água afetaram a Região Metropolitana de Fortaleza, face a escassez de chuva, inclusive chegando a prejudicar as indústrias situadas no I Distrito Industrial. Para tentar solucionar o problema, a Companhia de Desenvolvimento Industrial do Ceará - CDI responsável pela gerência do Distrito, firmou convênio com a Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial - NUTEC, para realizar prospecção Geofísica, através do Método da Eletroresistividade, objetivando a locação de poços profundos em áreas de 10 indústrias do referido Distrito. Tais áreas são de idade pré-cambriana e constituídas basicamente por gnaisses e xistos. Foram executadas um total de 40 sondagens elétricas verticais, com arranjo Schlumberger, além de terem sido realizados um total de 78 perfis elétricos, sendo 47 com dispositivo Schlumberger com AB fixo e 31 caminhamentos elétricos com dispositivo Wenner. As sondagens elétricas foram interpretadas pelo método do Ponto Auxiliar e os parâmetros resultantes foram ajustados por um programa de computador. Baseado nos resultados provenientes das interpretações geolétricas e dados hidrogeológicos, foram locados um total de 10 poços profundos dos quais 09 foram perfurados e apresentaram vazões satisfatórias ( média de 4,24m<sup>3</sup>/h ) que vieram minimizar os problemas daquelas indústrias.

1. Geólogo NUTEC-Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial
2. Professor de Geofísica, Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará.

A acumulação de água subterrânea em rochas do embasamento cristalino tais como gnaisses, xistos, granitos e migmatitos está associada ao manto de intemperismo, de um lado, e às fraturas, falhas e/ou descontinuidades litológicas, do outro lado. No Nordeste Brasileiro o manto de intemperismo devido as rochas cristalinas é comumente pouco espesso, de modo que o enfoque na procura de água subterrânea é para descontinuidades estruturais e/ou litológicas.

Além da interpretação de fotos aéreas, ELLERT (1978) sugere a utilização da eletroresistividade, em particular a técnica do caminhamento elétrico, na prospecção de fraturas transversais, e apresenta um exemplo com sucesso deste procedimento em estudo realizado no Município de Poá-SP ( ELLERT, N.1982).

O objetivo deste trabalho é localizar, através da eletroresistividade, áreas para construção de poços tubulares para captação de água subterrânea nas rochas metamórficas do I Distrito Industrial de Fortaleza.

#### GENERALIDADES SOBRE A ÁREA ESTUDADA

O I Distrito Industrial de Fortaleza, localiza-se ao longo da rodovia CE-021, à sudeste da cidade de Fortaleza como mostrado na figura 01a. Segundo CPRM (1984), a região é formada por gnaisses e xistos de idade pré-cambriana pertencente ao Grupo Caiacó. Um estudo de foto aéreas evidencia as fraturas mostradas na Figura 01b.

O clima é do tipo AW' segundo a classificação de Koppen e a precipitação média anual é de 1378,3mm. O relevo do Distrito Industrial é plano sem desníveis significativos. Inseridas na área estudada, situam-se duas pequenas lagoas, às quais recebem água de riachos afluentes do Rio Cocó.

#### OS TRABALHOS GEOFÍSICOS REALIZADOS

Foram executadas 40 sondagens elétricas verticais utilizando-se o dispositivo Schlumberger, cujos centros estão localizados na Figura 01b. O AB máximo atingido varia de 200 a 300m. Ao final de cada SEV, com os eletrodos de corrente fixados na abertura máxima, foram feitas medidas com os eletrodos de potencial deslocados no terço médio da distância AB, obtendo-se perfis Schlumberger com AB fixo, denominados de PS e numerados conforme

o número da SEV correspondente. Foram ainda feitos diversos perfis ou caminhamentos Wenner (PW) nos trechos equivalentes.

Os equipamentos utilizados foram um transmissor de corrente DC-DC, modelo REN-10, fabricado pela Fundação NUTEC e um receptor de potencial, modelo ER-300, fabricado pela MULTITRON.

O mapa de fraturas e os procedimentos sugeridos por ELLERT (op.cit.) foram sub-utilizados pelas seguintes razões: a) os estudos foram realizados em apenas 10 fábricas, b) As construções civis e os serviços de aterro impediram de se fazer estudos nos locais preferíveis.

O resultado parcial da interpretação das SEV's é mostrado na Tabela 01. Os horizontes elétricos reunidos em A correspondem aos solos ou sedimentos superficiais pouco espessos, insaturados. Os horizontes reunidos como B correspondem ao embasamento cristalino alterado enquanto o horizonte C e o embasamento cristalino definitivamente são.

Resumidamente, os elementos levados em consideração na locação dos poços tubulares foram: a) espessura e resistividade elétrica do manto de intemperismo, estimadas pelo horizonte elétrico mais condutor do corte; b) pontos anômalos nos perfis elétricos e os valores de suas resistividades; c) queda dos valores de resistividade aparente no ramo final ascendente das SEV's. Deste modo, foram locados 10 poços tubulares dos quais 9 foram perfurados. A posição das locações são mostradas nas Figuras 02, 03, 04, 05 e 06. Acrescente-se a estas Figuras que todos os perfis Schlumberger (PS) tiveram MN=20m, enquanto que os PS-5, 14, 26 e 38, tiveram AB=300m e os demais AB=200m; já os perfis Wenner PW-05 e 28 tiveram MN=30m e os demais MN=20m.

### RESULTADOS OBTIDOS

O resultado das 9 perfurações e da qualidade de suas águas está sintetizado na Tabela 02. A vazão média obtida foi de 4,24 m<sup>3</sup>/h. Deve-se registrar que o poço perfurado na CBR recebeu uma entrada d'água proveniente de fraturas por volta de 70m. A expectativa de vazão pelo experimentado sondador era de 10m<sup>3</sup>/h, mas houve problema no desenvolvimento do poço e este ficou com 54m de profundidade e vazão de 4,40m<sup>3</sup>/h.

As águas obtidas são límpidas porém salobras. Estações de tratamento estavam instaladas, de modo que a quantidade de água era o fator mais importante.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

- a) Os resultados obtidos com a utilização da eletroresistividade na solução do problema proposto foram considerados satisfatórios.
- b) Na locação de poços em áreas restritas, tal como no caso presente, a utilização de SEV, seguida de perfis elétricos Schlumberger com AB fixo e de caminhamentos elétricos Wenner, é um procedimento recomendado.
- c) Nos poços da CBR (Q=4,40m<sup>3</sup>/h) e da FRUTOP (Q=10,56m<sup>3</sup>/h) a resistividade aparente nos perfis elétricos se mantém baixa (abaixo de 50 OHM.M.) com os valores do perfil Wenner no mesmo patamar daqueles do perfil Schlumberger, o que sugere ser um bom modelo de locação de poço para áreas com estas características.
- d) As SEVs 02, 03 e 04 realizadas na CBR apresentam uma queda brusca nos valores de resistividade aparente no ramo ascendente das curvas. Embora com pequenas espessuras saturadas, são locais indicados para poços tubulares, tal como o poço locado próximo ao centro da SEV 04, conforme mostrado na Figura 6. A SEV 6A apresenta também uma queda brusca na resistividade aparente para AB=200m e o poço perfurado na Fábrica de Refrescos Cearenses (Ver Figura 2) atravessou fraturas com entradas de água aos 33 e 58m.
- e) Os poços perfurados na LEE-NORDESTE (Q=1,18m<sup>3</sup>/h), na Siderúrgica Cearense (Q=1,02m<sup>3</sup>/h) e na CIOL (Q=0,57m<sup>3</sup>/h), apresentaram as vazões mais baixas. Note-se que os valores de resistividade nos perfis Schlumberger e Wenner na Siderúrgica Cearense (Vide Figura 04) e na CIOL (Vide Figura 05) são muito distintos.
- f) Com base na descrição litológica dos poços, a profundidade média ao topo do embasamento cristalino alterado é de 5m, sendo este composto por quartzo, feldspato, biotita e muscovita. A rocha pouco alterada ou não foi atingida a uma profundidade média de 20,5m, sendo identificada como mica-xisto nos poços da FRUTOP e da Fábrica de Refrescos Cearenses. Pela eletroresistividade a profundidade média ao topo do cristalino pouco alterado ou não nas 9 perfurações foi de 22m.



g) A baixa resistividade elétrica das águas dos poços perfurados justifica a presença de um bom condutor no em basamento cristalino alterado.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

CPRM - 1984 - Projeto Fortaleza. Hidrogeologia e Controle Tecnológica nas Perfurações de Poços Tubulares no Município de Fortaleza - Ce - Vol.I e II.

ELLERT, N. - 1978 - Eletroresistividade Aplicada a Prospecção de Água Subterrânea em Rochas Cristalinas. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia - Recife, Vol. 5 - pág. 2256 a 2262.

ELLERT, N. - 1982 - Aplicação da Geofísica na Prospecção de Água Subterrânea em Meios Fissurados. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas - Salvador - pág. 227 à 231.

TABELA 01 - RESULTADO DA INTERPRETAÇÃO DAS SEVS (ESPESSURA EM M E RESISTIVIDADE ELÉTRICA EM OHM.M.)

SEV	LOCAL	CLASSIF.	A			B			RES.	RES.	RES.
			ESP.	RES.	ESP.	RES.	ESP.	RES.			
05	CBR	H	ESP.	RES.	ESP.	RES.	ESP.	RES.	ESP.	RES.	
6A	Refreshcos	KH	1,3	105	18	2,5	-	45	-	-	
8A	Cearenses	H	1,8	170	8,5	6	-	250	-	-	
9	FRUTOP	H	2,2	67	25	30	-	200	-	-	
14	FRUTOP	H	3	9	18	5,5	-	58	-	-	
26	LEE-NE	KH	2,1	60	26	3	-	-	-	5.000	
28	SID.CEAR.	H	1,4	270	13	14	-	420	-	-	
30	PEMALEX	KH	0,7	215	17	19	-	190	-	-	
38	C I O L	H	1,9	360	30	55	-	210	-	-	
	ARTEX	H	6,5	280	32	17	-	600	-	-	

TABELA 02 - RESULTADO DOS POÇOS TUBULARES E DA QUALIDADE DE SUAS ÁGUAS

LOCAL	PROFUND. (m)	Ø (")	NE (m)	ND (m)	§ (m)	Q (m³/h)	CE (m³/h/m)	DUREZA TOTAL (ppm)	RESIST.ELET. (ohm.m.)
CBR	54	6	6,3	29,8	23,5	4,40	0,187	158 2	2
Refreshcos	70	10 e 6	10	26,3	16,3	4,20	0,258	-	-
Cearenses	70	10 e 6	7,5	20	12,5	12,00	0,960	-	-
Frutop	60	6	12,4	29,7	17,3	10,56	0,610	270	6,3
Frutop	78	6	7,5	54,2	46,3	1,18	0,025	2200	2,2
LEE-NE	66	6	1	52,2	51,2	1,02	0,019	236	11,1
Sid.Cearense	33,3	6	2,6	24,5	21,9	2,51	0,115	504	7,7
Pemalex	78	6	1,5	62	60,5	0,57	0,009	834	3,8
Ciol	60	6	9;2	45;3	36,1	1,80	0,050	446	7,7

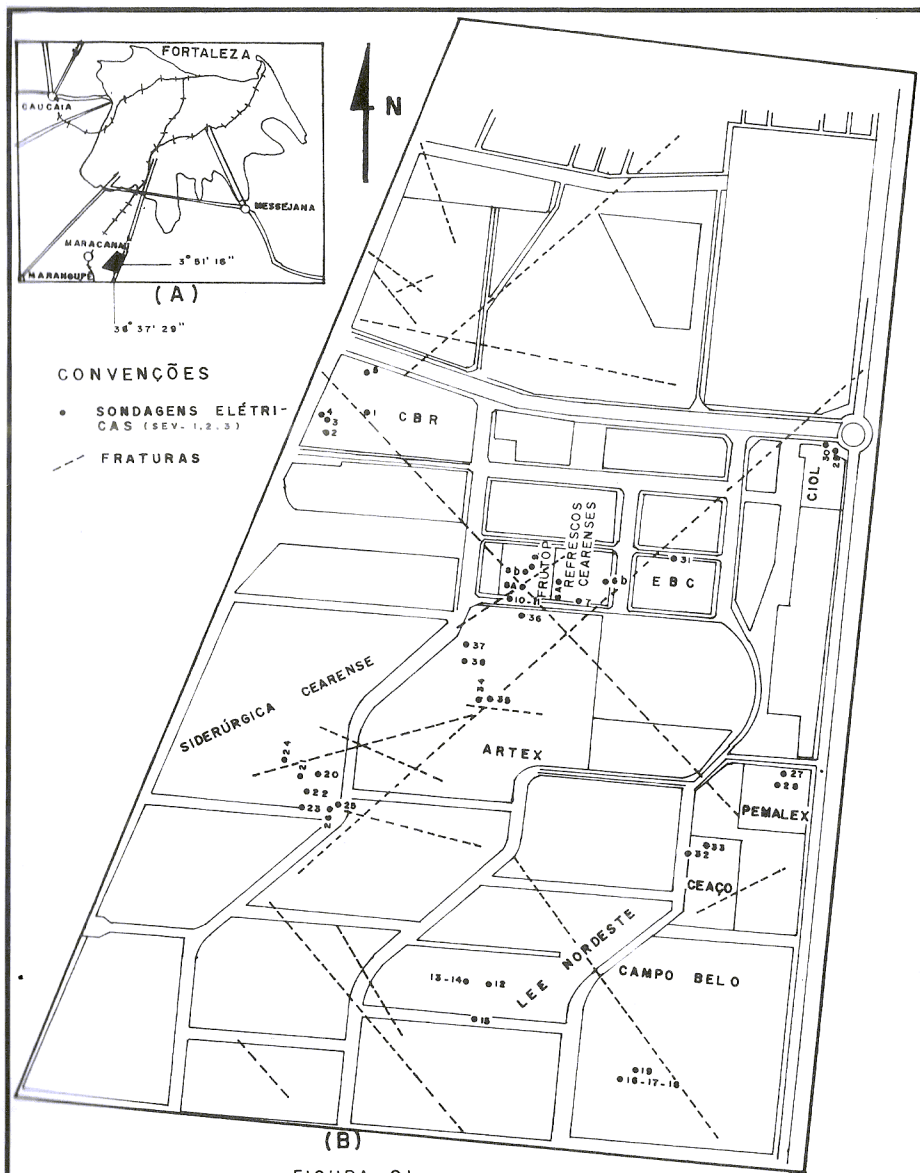


FIGURA - 01

(A) MAPA DE SITUAÇÃO DO I DISTRITO INDUSTRIAL DE FORTALEZA ESC.: 1:500.000.

(B) PLANTA DO I DISTRITO INDUSTRIAL DE FORTALEZA COM LOCALIZAÇÃO DE FRATURAS E DAS SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS EFETUADAS ESC.: 1:50.000.

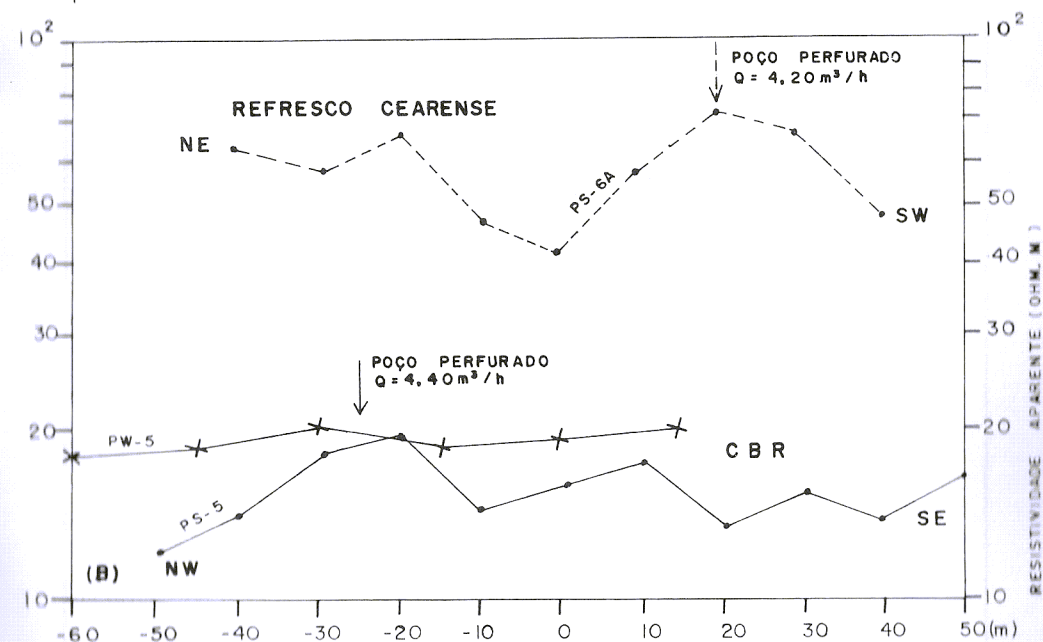
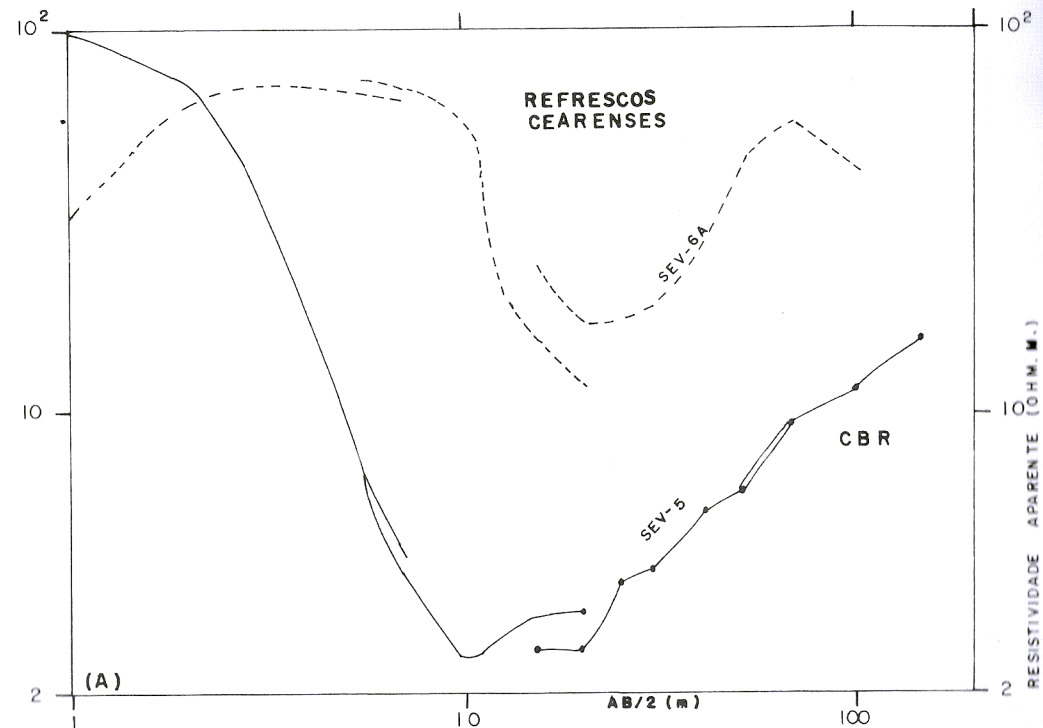


FIGURA - 02

(A) SONDAGENS ELÉTRICA VERTICAIS (SEV).

(B) PERFIS ELÉTRICOS SCHLUMBERGER COM AB FIXO (PS) E WENNER (PW), COM POSIÇÃO E VAZÃO DOS POÇOS PERFORADOS.

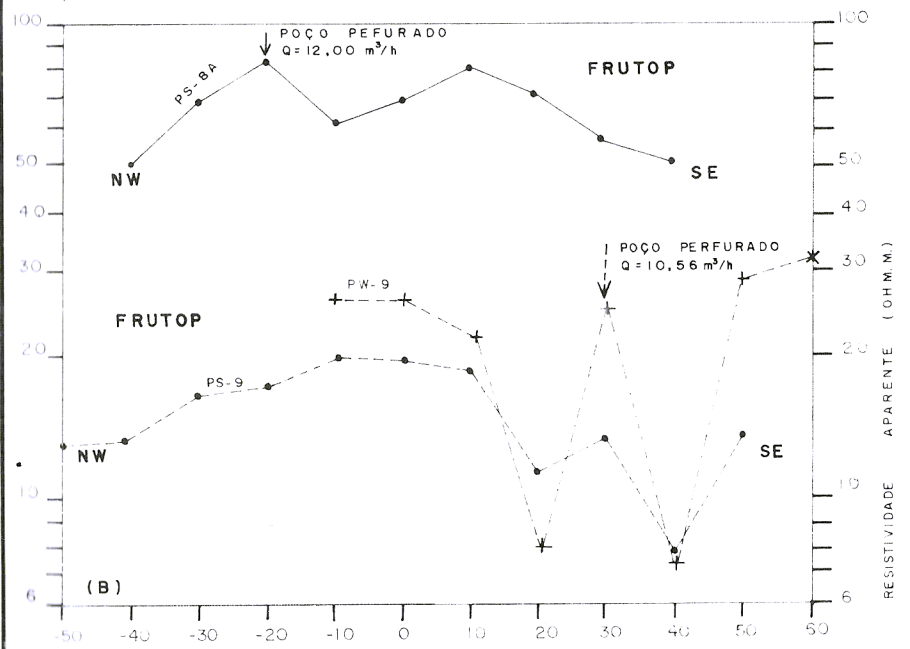
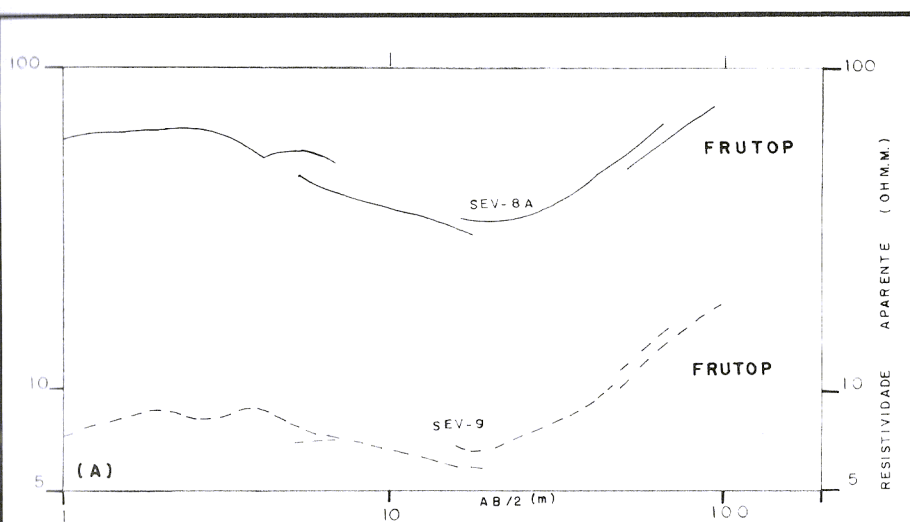


FIGURA - 03

(A) SONDAENS ELÉTRICAS VERTICAIS (SEV).

(B) PERFIS ELÉTRICOS SCHLUMBERGER COM AB FIXO (PS) E WENNER (PW), COM POSIÇÃO E VAZÃO DOS POÇOS PERFURADOS.

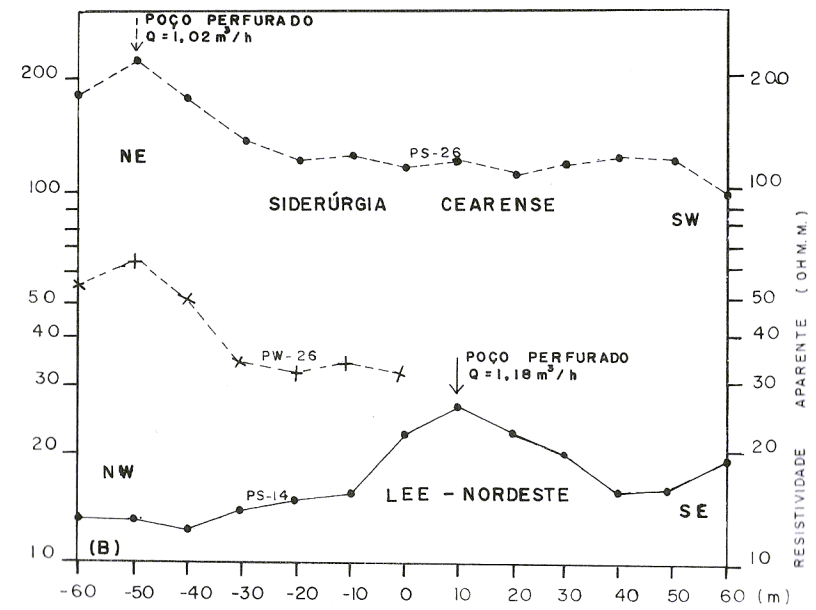
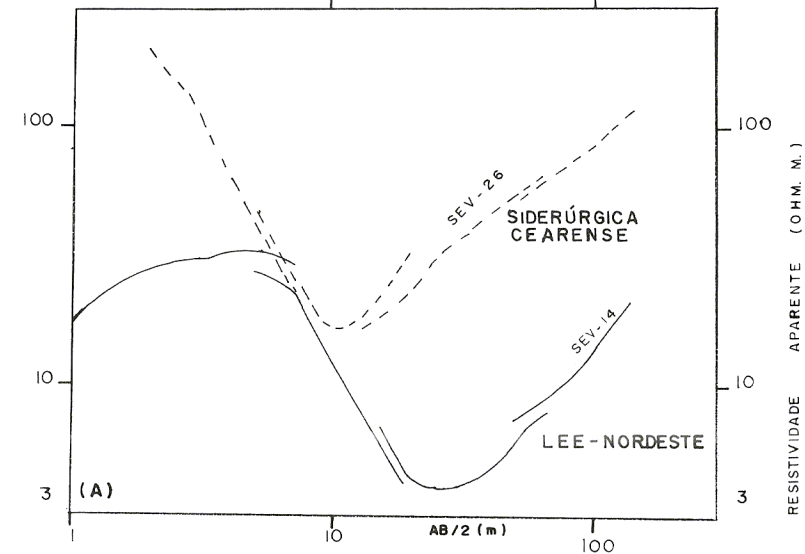


FIGURA - 04

(A) SONDAENS ELÉTRICAS VERTICAIS (SEV).

(B) PERFIS ELÉTRICOS SCHLUMBERGER COM AB FIXO (PS) E WENNER (PW), COM POSIÇÃO E VAZÃO DOS POÇOS PERFURADOS.



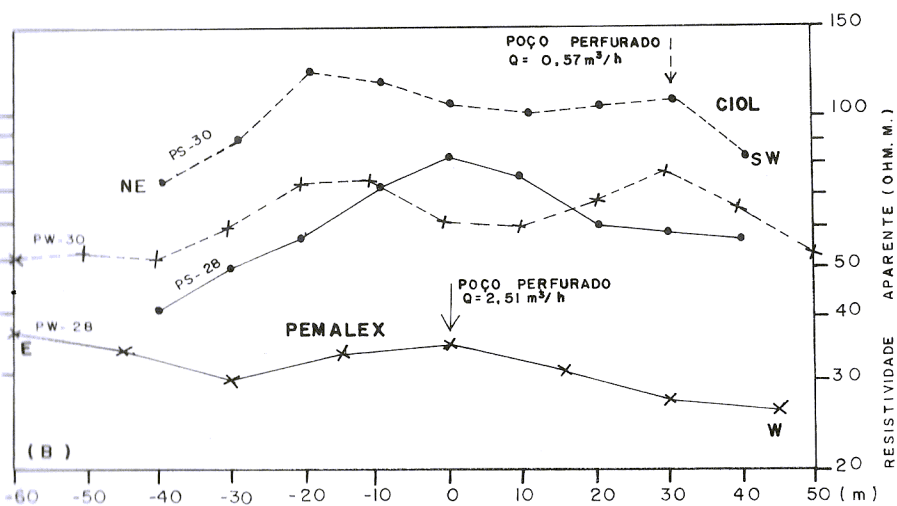
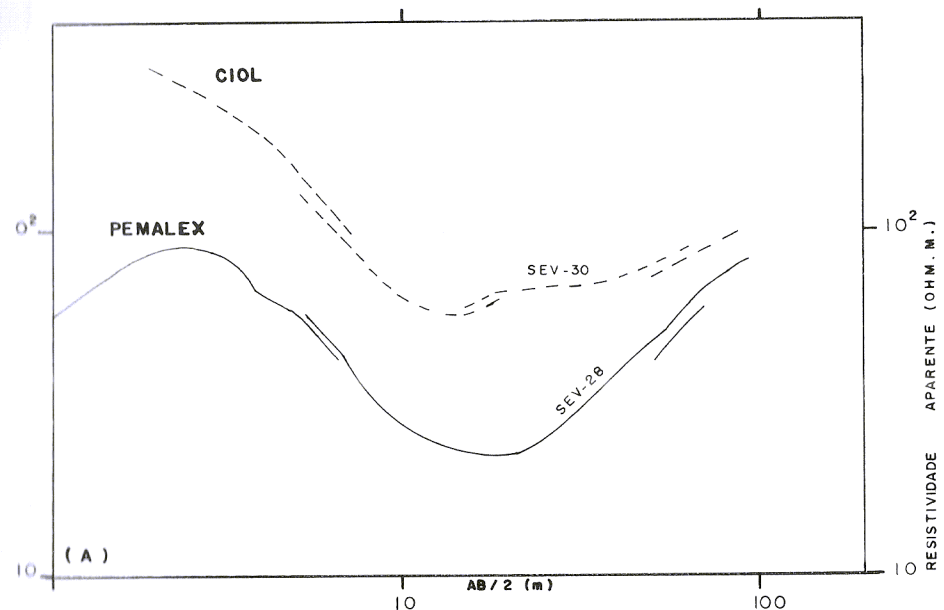


FIGURA - 05

(A) SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS (SEV).

(B) PERFIS ELÉTRICOS SCHLUMBERGER COM AB FIXO (PS) E WENNER (PW), COM POSIÇÃO E VAZÃO DOS POÇOS PERFORADOS.

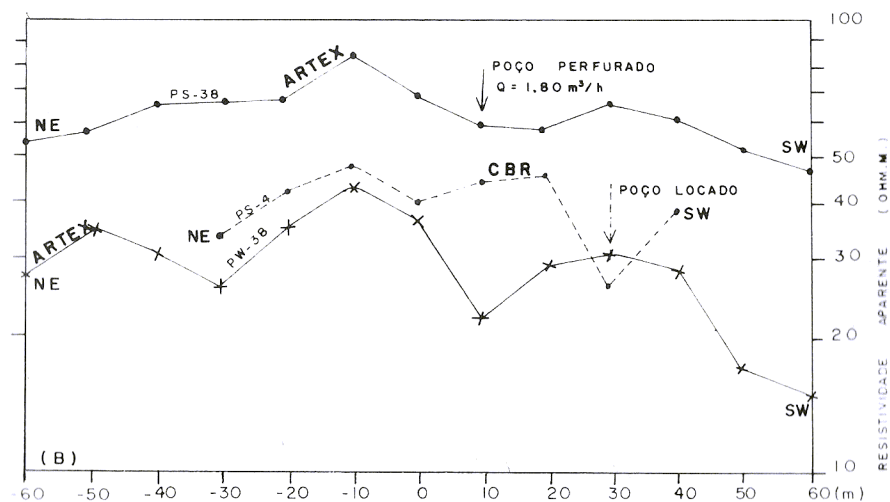
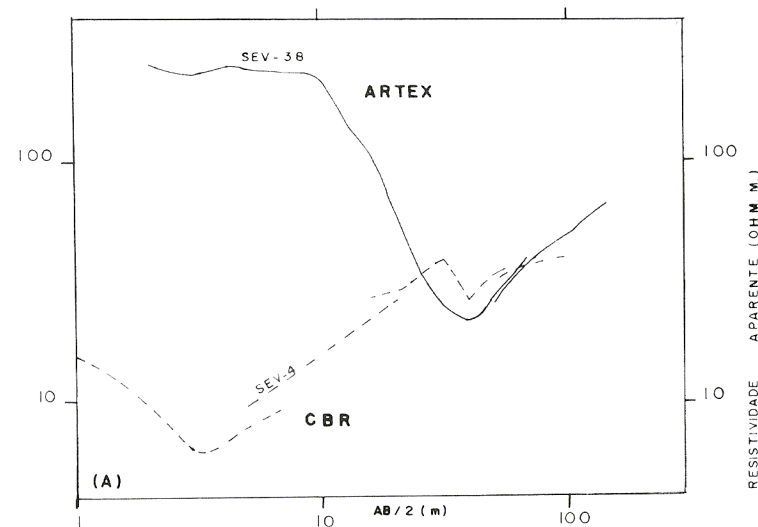


FIGURA - 06

(A) SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS (SEV).

(B) PERFIS ELÉTRICOS SCHLUMBERGER COM AB FIXO (PS) E WENNER (PW); POÇO PERFORADO NA ARTEX COM SUA VAZÃO E POÇO LOCADO NA CBR

UTILIZATION OF ELECTRORESISTIVITY IN GROUND  
WATER PROSPECTION IN FORTALEZA'S INDUSTRIAL  
DISTRICT, STATE OF CEARA, BRAZIL.

By

R.C.Vasques<sup>(1)</sup>, M.R.B.Gomes<sup>(1)</sup> and J.M.L.Marinho<sup>(2)</sup>

SUMMARY During a long period of drought (1979-85), serious problems of water supply affected the Metropolitan Region of Fortaleza, reaching the point of hurting industrial plants located in the industrial District.

In order to solve the problem, the Companhia de Desenvolvimento Industrial do Ceara - CDI, responsible for management of the District, signed a cooperation agreement with Fundação Nucleo de Tecnologia Industrial - NUTEC for performing geophysical prospection, using the eletroresistivity method, aiming at locating feed wells in lots of 10 plants of that district. Such areas are of pre-cambrian age and area constituted by gneiss and schist.

A total of 40 vertical electrical sounding with Schlumberger arrangement were performed, besides 78 electrical profiles ( 47 With Schlumberger with fixed AB and 31 with Wenner configuration). The electrical soundings were interpreted by the auxiliary point method and the resulting parameters were adjusted by computer software.

Based and results originating from geoelectrical interpretations and on hidrogeological data, 10 deep wells were located and 9 were drilled, having shown satisfactory yields ( average ' of 4.24m<sup>3</sup>/h) which helped minimize problems of those industrial plants.

- (1) Geologist, NUTEC - Fundação Nucleo de Tecnologia Industrial  
(2) Professor of Geophysics, Geology Dept, Universidade Federal do Ceara.