

INTRODUÇÃO

O aquífero das dunas litorâneas se constitui praticamente no único manancial subterrâneo disponível para abastecimento d'água das pequenas e médias comunidades situadas na faixa costeira do Ceará.

Esse aquífero, do tipo freático e que já vem sendo utilizado para abastecimento de várias cidades, pela CAGECE, é constituído por areias finas a médias, homogêneas, possuindo diâmetro efetivo da ordem de 0,15 mm e coeficiente de uniformidade próximo de 2. O estudo realizado na praia de Caponga para abastecimento d'água daquela comunidade, envolveu além da fotogeologia e reconhecimento de campo, investigações diretas através de sondagens em 2" ao longo de 6 km de praias, para avaliação das dimensões e limites do reservatório subterrâneo.

A caracterização das condições de recarga e escoamento do aquífero para o mar, foi feita a partir da análise de frequência das chuvas, do estabelecimento de um balanço hídrico de Thornthwaite e de um mapa piezométrico da superfície das águas subterrâneas. Essas escoam para o mar com gradiente hidráulico variável de 2 a 7 m/km. A vazão de escoamento natural é estimada em 9 l/s/km de frente de escoamento, enquanto que as reservas permanentes são da ordem de 0,6 Hm³/km². A vazão explorável ao longo de uma frente de escoamento de 800m foi estimada em cerca de 34 m³/h.

A captação implantada para extração dessa descarga está representada por 11 (onze) poços tubulares rasos, perfurados ao longo de uma linha transversal ao fluxo subterrâneo, com extensão de 420m. A vazão total é de 33m³/h (3m³/h/poço) e atende a uma demanda prevista de 26m³/h.

CARACTERIZAÇÃO DO AQUÍFERO

A área estudada cobre uma superfície de 3,75 km² limitada a NE pelo oceano Atlântico, a SW pelo divisor de águas superficiais, a SE pelo Lagamar do Tijuco e a NW pelo Lagamar da Velha Ana (Fig. 1).

As pesquisas realizadas nessa área através de sondagens em 2" (Fig. 2) e perfurações de poços tubulares rasos (Fig. 3), mostram que o aquífero é do tipo livre constituído por areias que repousam diretamente sobre os clásticos do Grupo Barreiras, normalmente pouco permeáveis.

Os depósitos eólicos distribuem-se paralelamente à linha de costa e se caracterizam pela morfologia ondulada típica, ocorrendo principalmente em cordões grosseiramente alinhados na direção leste-oeste. Na área estudada estes cordões constituem uma barreira natural à drenagem superficial proporcionando a formação de lagoas.

LITOLOGIA E DIMENSÕES

Os sedimentos que recobrem o Grupo Barreiras na região de Caponga são constituídos de areias de granulometria fina a grossa de coloração predominantemente clara, com certo teor de caulim e pequena quantidade de mica. Apresentam, localmente, níveis de argila orgânica intercalada e nas proximidades da base são essencialmente argilosas.

O aquífero freático das dunas apresenta extensão regional, com espessura média situada na faixa de 6 m. A área estudada cobre uma faixa de 3,75 km².

PROPRIEDADES HIDRÁULICAS

As propriedades hidráulicas do aquífero foram determinadas com base nos dados obtidos nos testes de aquífero e de produção dos poços de pesquisa.

A determinação da permeabilidade equivalente foi realizada a partir da fórmula de JACOB em regime transitório supondo uma porosidade efetiva média de 10%, a seguir indicada:

$$T = \frac{Q}{4 \pi S W} \left\{ \ln \frac{2,25 T t}{r w^2 S} + \frac{1-p}{p} \ln \frac{(1-p) h_s}{r w} \right\}$$

P = percentagem de penetração parcial

S = porosidade efetiva

hs = extensão da seção filtrante em cada poço

rw = raio de cada poço

As determinações das permeabilidades efetuadas estão condensadas no Quadro 1. Os valores encontrados para a permeabilidade situam-se no intervalo:

$$1,17 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \leq K \leq 1,05 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

A média encontrada foi de $4,29 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, com um desvio padrão de $2,61 \cdot 10^{-4}$.

QUADRO I

PERMEABILIDADE EQUIVALENTE

POÇO Nº	TESTE Nº	h _o (m)	h _s (m)	r (m)	TEMPO (h)	Q (m ³ /h)	sw (m)	K (m/s)	T (m ² /s)
01	01	12,144	4,400	0,050	24:00	18,857	1,807	5,64.10 ⁻⁴	6,83.10 ⁻³
02	01	9,271	4,500	0,050	24:00	19,800	1,081	1,05.10 ⁻³	9,70.10 ⁻³
03	01	9,735	4,500	0,050	24:00	18,000	1,603	6,22.10 ⁻⁴	6,05.10 ⁻³
04	01	9,930	4,500	0,050	24:00	17,170	2,867	3,22.10 ⁻⁴	3,19.10 ⁻³
05	01	9,460	4,500	0,050	24:00	7,220	0,415	9,88.10 ⁻⁴	9,34.10 ⁻³
06	01	9,817	4,500	0,050	24:00	15,190	1,438	5,83.10 ⁻⁴	5,72.10 ⁻³
07	01	7,400	3,000	0,075	04:00	9,260	1,239	4,81.10 ⁻⁴	3,56.10 ⁻³
	02				04:00	16,200	1,671	6,31.10 ⁻⁴	4,67.10 ⁻³
	03				04:00	21,600	2,139	6,59.10 ⁻⁴	4,88.10 ⁻³
08	01	9,881	3,000	0,075	04:00	12,960	2,297	3,47.10 ⁻⁴	3,42.10 ⁻³
	02				04:00	16,200	2,521	3,97.10 ⁻⁴	3,92.10 ⁻³
	03				04:00	21,600	3,087	4,33.10 ⁻⁴	4,28.10 ⁻³
09	01	9,985	3,000	0,075	04:00	5,610	1,676	2,02.10 ⁻⁴	2,02.10 ⁻³
	02				04:00	8,470	2,573	2,02.10 ⁻⁴	2,02.10 ⁻³
	03				04:00	10,910	3,450	2,02.10 ⁻⁴	2,02.10 ⁻³
10	01	8,261	3,000	0,075	04:00	5,710	1,128	3,15.10 ⁻⁴	2,60.10 ⁻³
	02				04:00	10,140	2,015	3,13.10 ⁻⁴	2,59.10 ⁻³
	03				04:00	14,120	2,761	3,20.10 ⁻⁴	2,64.10 ⁻³
11	01	8,572	3,000	0,075	04:00	3,600	1,518	1,93.10 ⁻⁴	1,65.10 ⁻³
	02				04:00	6,660	3,156	1,93.10 ⁻⁴	1,65.10 ⁻³
	03				04:00	9,000	4,573	1,93.10 ⁻⁴	1,65.10 ⁻³

RECARGA

A recarga do aquífero é assegurada por infiltrações das águas de chuva. Medidas de infiltração realizadas pela SUDENE durante 2 anos, nas dunas da região do Aracati, permitiram estimar a recarga em 20% da precipitação anual.

Levando em conta a distribuição de frequência das chuvas anuais na área de Caponga (Posto Cascavel nº 2883256-Banco de Dados Hidroclimatológicos da SUDENE), a potencialidade hídrica para esta área (3,75 km²) se resume como segue:

PERÍODO DE RETORNO (anos)	RECARGA ANUAL (mm)	VAZÃO CORRESPONDENTE (m ³ /h)	ERRO PADRÃO (%)
2	267	114	5,15
5	175	75	9,14
10	127	54	14,60

ESCOAMENTO EXUTÓRIOS

O escoamento das águas subterrâneas na área estudada está esboçado no mapa piezométrico (Fig. 4), apresentado na escala 1:16000, elaborado com base em nivelamento topográfico e plani-altimétrico na escala de 1:2000.

Conforme se observa, as águas escoam na direção geral NNE, com gradiente hidráulico variável de 2 a 7 m/km, tendo como exutório o Oceano Atlântico a NNE e o Lagamar do Tijuco a SSE.

A vazão de escoamento natural (considerando o trecho compreendido entre as isopiezométricas 99 e 100) é estimada como segue:

- . Espessura média saturada: $h_0 = 6,00$ m
- . Permeabilidade média: $k = 5.10^{-4}$ m/s
- . Gradiente hidráulico médio: $i = 3$ m/km
- . Frente de escoamento: $L = 2,5$ km

$$Q_N = 3.10^{-3} \times 3.10^{-3} \times 2,5 \cdot 10^3 = 81 \text{ m}^3/\text{h}$$

Essa vazão corresponde à recarga com tempo de retorno de 4,3 anos.

RESERVAS

As reservas permanentes de água subterrânea na área de Caponga são estimadas em 1,5 Hm³, considerando sobre uma área de 2,5 km² (correspondente a 70% da área total), uma espessura média saturada de 6,00 m e uma porosidade efetiva de 10%.

VAZÃO EXPLORÁVEL

Para o abastecimento d'água do distrito de Caponga, foram perfurados 11 (onze) poços tubulares rasos que se acham distribuídos ao longo de uma frente de escoamento de 420 m de extensão, entre as curvas isopiezométricas 99 e 100 (Fig. 4). A forma da curva 101 deixa clara a possibilidade de convergência, para os poços produtores, do fluxo subterrâneo natural existente no trecho compreendido entre os divisores de água subterrânea que passam respectivamente pela Lagoa do Edilson e pelos poços 10 e 11.

Assim, mesmo sem contar com o fluxo exterior aos mencionados divisores, a vazão explorável pode ser perfeitamente identificada com a descarga natural do aquífero no trecho considerado:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| . Espessura média e saturada: | ho = 8 m |
| . Gradiente hidráulico médio: | i = 3 m/km |
| . Frente de escoamento: | L = 800 m |
| . Permeabilidade | K = 5.10 ⁻⁴ m/s |

$$Q_{\text{exp}} = 4 \cdot 10^{-3} \times 3 \cdot 10^{-3} \times 0,8 \cdot 10^3 = 34,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

CONCLUSÕES

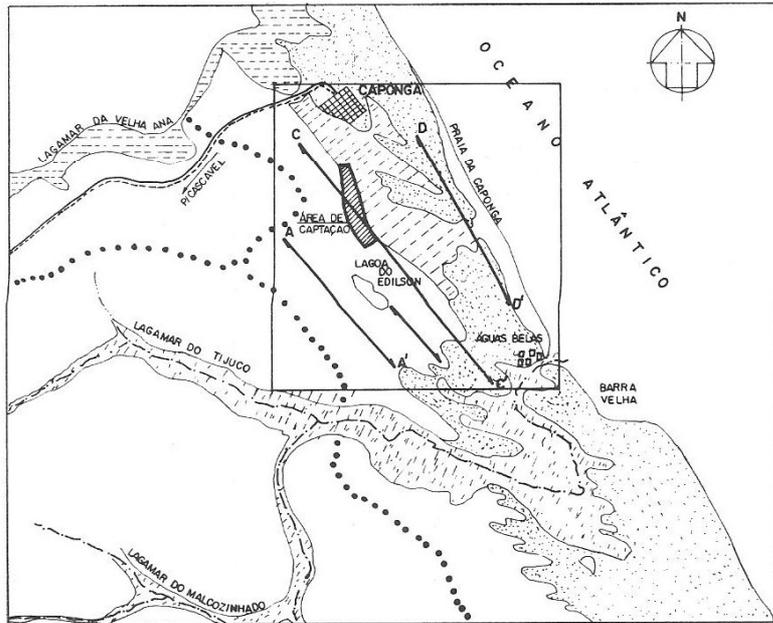
O estudo hidrogeológico do aquífero das dunas do litoral de Caponga, revelou que a potencialidade hídrica do manancial subterrâneo, numa área de 3,75 km², avaliada a partir do escoamento natural das águas subterrâneas, foi estimada em 81 m³/h ao longo de uma frente de escoamento de 2,5 km.

A vazão explorável para a frente de escoamento de 800 m possível de convergir para a área dos poços produtores, foi estimada em 34,56 m³/h. A captação, constituída de 11 poços tubulares rasos perfurados ao longo de uma linha transversal ao fluxo subterrâneo com 420 m de extensão, pode fornecer uma vazão de 33 m³/h, suficiente para abastecer o distrito de Caponga.

Do ponto de vista físico-químico (conforme análises realizadas pelo laboratório da CAGECE), as águas dos 11 poços são consideradas de boa qualidade não apresentando restrições para consumo humano.

BIBLIOGRAFIA

- MANOEL FILHO, J., 1971 - Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha Nº 10, Série Hidrogeologia Nº 30, SUDENE-Recife.
- SIQUEIRA CAMPOS, L.A., e MENEZES, M.A.S., 1982 - Pesquisa e Aproveitamento de Água Subterrânea para Abastecimento Urbano nas Dunas Costeiras do Ceará - 2º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas - ABAS-Salvador.
- PLANAT/CAGECE - 1982 - Captação de Caponga - Pesquisa de Manancial e Definição da Captação, Inédito - Fortaleza.
- CUSTÓDIO, E, e LLAMAS, M.R., 1976 - Hidrologia Subterrânea - TOMO I, Ediciones Omega, p. 157 - Barcelona.



" Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudos"
 Escala: 1:36.000

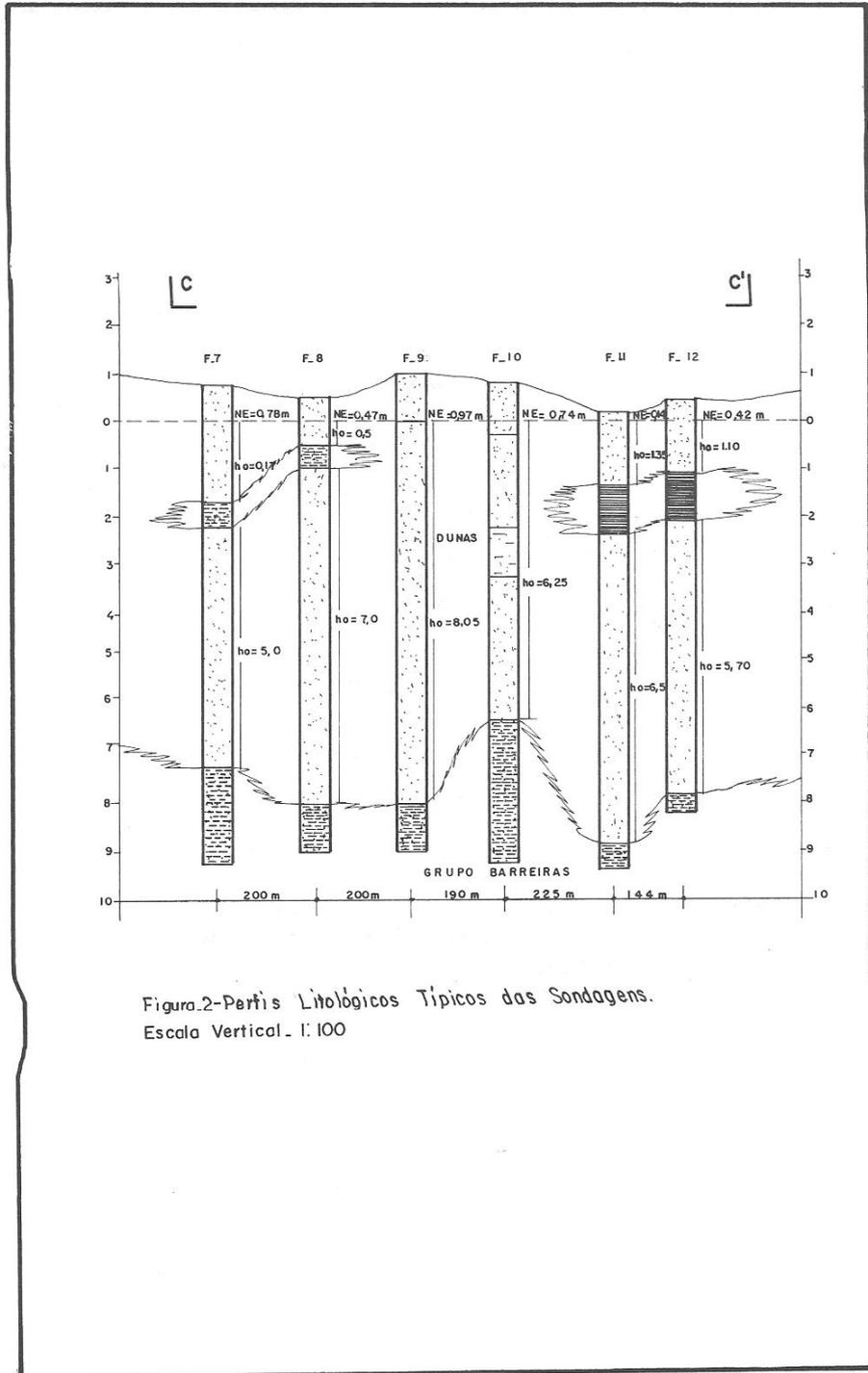
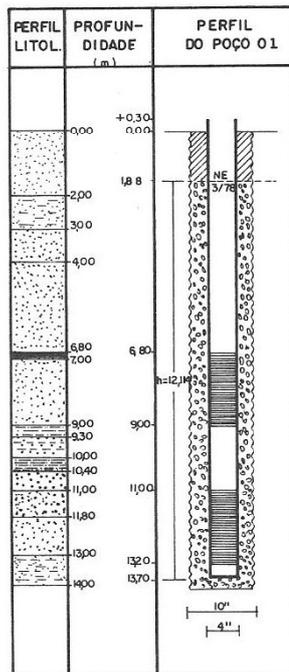


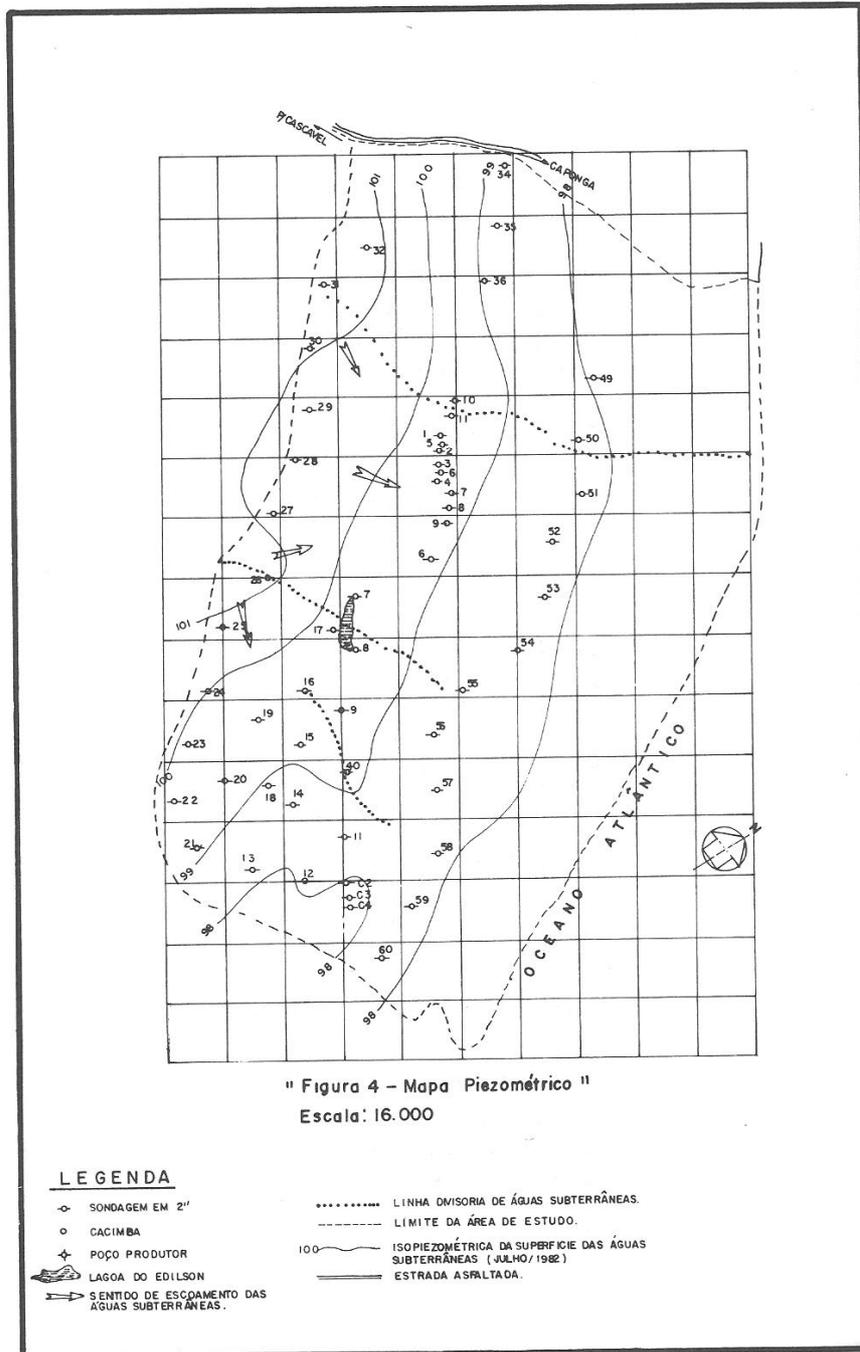
Figura.2-Perfis Litológicos Típicos das Sondagens.
Escala Vertical - 1:100



"Figura 3. Perfil Típico do Poço"
Escala Vertical: 1:70

LEGENDA

-  CIMENTAÇÃO
-  CASCALHO CALIBRADO - 1.5 - 4.0 mm.
-  FILTROS (100 mm)



GROUNDWATER EXPLORATION IN THE DUNES OF CAPONGA BEACH-CEARÁ

ABSTRACT--the researchs performed in the eolic sediments for the water supply in Caponga, involved photogeological analysis, leading to the selection of favourable areas, an wich were made drills of recognitions of 2" in order to avaluate the extension and limits of the ground water reservoirs, topographical grading of the water level points in order to elaborate a piezometric map and drilling of research wells in 10" to, through tests on the aquiferous determine its hidrodynamic propertier. Based on the positive results obtained in the studies performed, its was implanted a captation set, constituted by 11 (eleven) shalow tubular wells demensioned to explore a total of 33m³/h. The hydric disposability was evaluated from the natural drainage of the groundwater.