

HIDROGEOLOGIA E CONTROLE TECNOLÓGICO NAS PERFURAÇÕES DE POÇOS TUBULARES
NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE

J. Mário Coelho¹, J. Bosco A. Morais², e Fernando A.C. Roberto³

RESUMO -- O trabalho aqui apresentado é o resultado de sete meses de pesquisas, desenvolvimento de tarefas, manuseamento de dados e experiências adquiridas no transcorrer do Projeto Fortaleza.

Face aos problemas decorrentes da escassez de chuvas, a SUDENE e DNPM/CPRM realizaram a construção e instalação de 101 poços tubulares, a fim de explorar as reservas hídricas subterrâneas, visando reforçar em caráter emergencial o sistema de abastecimento d'água de Fortaleza, como suplemento potencial imediato, efetivo e politicamente favorável.

O Projeto revela a possibilidade de aproveitamento de até 193m³/h ou benefício a 180.000 hab/dia.

Os principais resultados estão representados nos seguintes mapas: Hidrogeológico - escala 1:40.000, Geológico - escala 1:40.000, Mapa de Planejamento para Captação de Água Subterrânea - escala 1:40.000, nos 336km² do Município de Fortaleza.

INTRODUÇÃO

Objetivos

Decorrente da escassez de água superficial do município, face à escassez de pluviometria que aconteceu em toda região nordestina, os órgãos públicos imbuídos de grande responsabilidade idealizaram este projeto para abastecimento d'água da população de baixa renda localizada principalmente na região periférica do município de Fortaleza, região ainda não abastecida por água da CAGECE ou apresentando abastecimento deficitário.

Situação geográfica e física do município

O município de Fortaleza, situado na zona litorânea apresenta conformação topográfica constituída predominantemente de planície onde os acidentes mais notáveis são os cômodos de areia movediça das dunas, que se antepõem entre a praia e a região plana do interior. Típico da região nordestina é o revestimento florístico de seu solo: na zona praieira sobressaem os coqueirais, nas proximidades de Caucaia, Messejana e Parangaba, onde se encontram terrenos silico-argilosos, com média mais densa de vegetação (fig. 1).

A vegetação das praias e dunas sofre o efeito contínuo dos ventos marinhos e de areia. As espécies mais próximas do mar são continuamente alcançadas pelas águas de maré alta. A ação combinada de vento, areia e água do mar, em intensi-

¹ Departamento de Sondagem, CPRM-RIO.

² Projeto Fortaleza, CPRM-FO.

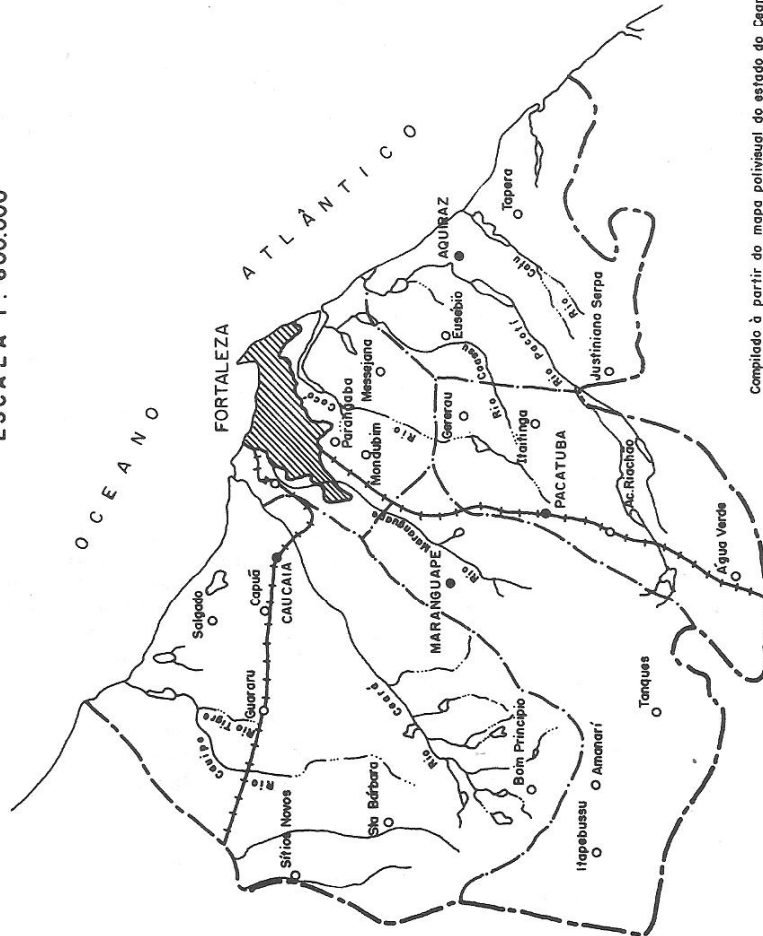
³ Seção de Geologia, DNPM-FO.

MAPA DE DELIMITAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

ESCALA 1 : 600.000

CONVENÇÕES

- LIMITAÇÃO DA ÁREA METROPOLITANA
- - - LIMITAÇÃO INTERMUNICIPAL
- ++++ ESTRADA DE FERRO
- ~ RIO, RIACHO E LAGOS OU LAGOAS
- LOCALIDADES
- MUNICÍPIO
- ▨ ZONA URBANIZADA



Compilado à partir do mapa polivisual do estado do Ceará - POLIMAPAS EDITORA LTDA - 1982

CPRM - PROJETO FORTALEZA - JOÃO BOSCO ANDRADE DE MORAIS E JOSÉ MÁRIO COELHO
FIGURA - 01

dade variável, de acordo com a distância do mar, dá à vegetação um aspecto característico, produzido por variadas formas de adaptação à água salgada, às altas temperaturas da areia, à escassez de águas superficiais nas dunas e à forte ação do vento e das dunas.

Figurando entre as cidades de cotas mais baixas do Estado do Ceará, está localizada a 26,35 metros de altitude.

Influenciado pela brisa marinha, o município apresenta clima saudável, favorável às grandes concentrações humanas. A temperatura oscila entre 21,9 a 30,60°C equacionando a média compreendida de 27°C. O período normal de chuvas inicia em janeiro e termina em junho.

GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Este documento trata da divulgação do potencial e aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos do município de Fortaleza, com o fim de permitir a exploração racional de água subterrânea. É necessário em primeira instância conhecer as condições hidrogeológicas e o regime de escoamento de água subterrânea (fig. 02).

As condições de ocorrência e acumulação das águas subterrâneas dependem das características geológicas da área e especialmente dos aspectos litológicos dominantes. Pode-se distinguir dois grandes grupos de terrenos que se diferenciam amplamente do ponto de vista da vocação hidrogeológica. O primeiro correspondente às áreas de ocorrências das rochas cristalinas que apresentam em geral fracas possibilidades, o segundo diz respeito aos terrenos sedimentares onde em geral são melhores as perspectivas de exploração intensiva das águas subterrâneas.

Este trabalho preconiza uma utilização mais intensiva dos mananciais subterrâneos como alternativa de abastecimento municipal, tendo em vista o estabelecimento de diretrizes básicas para nortear a ação governamental na exploração dos recursos hídricos disponíveis.

Apresenta-se a seguir sumariamente as principais feições hidrogeológicas em função do quadro geológico existente (Quadro I).

Os aquíferos de Fortaleza possuidores de água de boa qualidade estão limitados aos depósitos sedimentares mais litorâneos, onde evidenciam perspectivas para exploração intensa de suas águas subterrâneas.

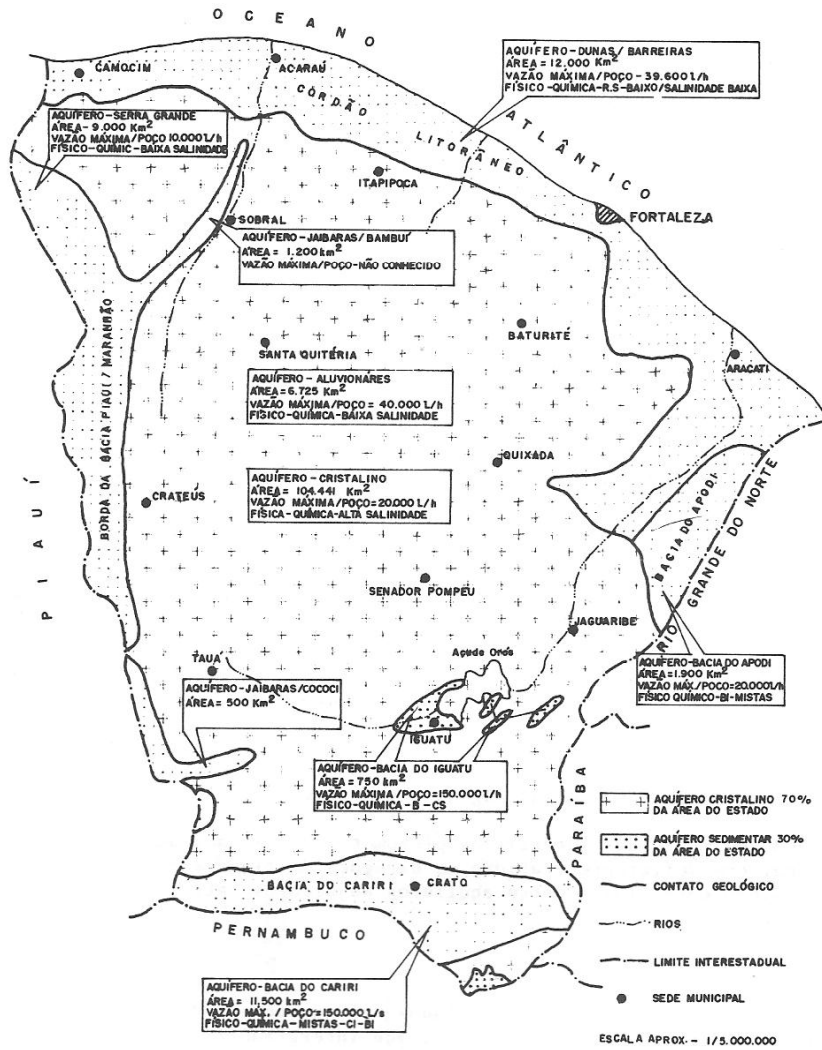
O conhecimento das superfícies piezométricas de cada aquífero permitiram determinar com suficiente exatidão as direções do fluxo subterrâneo dentro de cada aquífero e os fluxos entre aquíferos adjacentes, através das camadas semi-permeáveis.

Aquíferos sedimentares

Compreendem os depósitos acumulados nos terrenos sedimentares, estando o meio aquífero representado pela porosidade intergranular primária, com possibilidades hidrogeológicas muito variáveis na dependência da litologia, espessura, morfologia e posicionamento estratigráfico das camadas.

Neste trabalho analisa-se o comportamento hidrogeológico de três aquíferos sedimentares distintos:

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO AQUIFERA DO ESTADO DO CEARÁ



CPRM-PROJETO FORTALEZA - HIDROGEOLOGO: JOÃO BOSCO A. MORAIS - 1984
 FIGURA - 02

COLUNA HIDRO - LITO ESTRATIGRÁFICA

ERA	PERÍODO	UNIDADE LITO-ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	HIDROGEOLOGIA
CENÓZOICA	QUATERNÁRIO	AREIAS DE PRAIA	Qap	5	Areias de granulação média predominantemente quartzosas	Permeabilidade intersticial média a elevada, alimentação abundante, espessura saturada até 20m, exploração mais viável através de poços escavados (com ou sem drenos horizontais), canais drenantes e poços tubulares.
		DUNAS MÓVEIS OU RECENTES	Qd	20	Areias finas, quartzosas bem cimentificadas, de cores claras comumente esbranquiçadas	
		DEPÓSITOS FLUVIO-ALUVIONÁRIOS	Qa	12	Cascalhos, areias grossas, siltes e argilas predominante onde indicada.	Permeabilidade intersticial média a elevada, alimentação abundante, espessura até 15m, exploração mais viável através de poços escavados (com ou sem drenos horizontais), canais, poços tubulares, barragens de retenção de areias, barragens submersas, etc.
		PALEO-DUNAS	Qpd	20	Areias de grã fina a média, raramente siltosas, coloração variada entre cinza clara e vermelha suave.	Permeabilidade intersticial média a elevada, alimentação abundante, espessura saturada até 15m, exploração mais viável através de poços tubulares de média profundidade.
	TERCIO-QUATERNÁRIO	GRUPO BARREIRAS	TQb		Argilas (arg), arenitos (ar), cascalhos e conglomerados, todos diversos. Predominantes onde indicados.	Permeabilidade intersticial geralmente média, espessura de até 70m, alimentação mediana, exploração a mais viável por poços tubulares, fontes e/ou combinações.
PRE-CAMBRIANO	INDIFERENCIADO	COMPLEXO CAICÓ / COMPLEXO TAMBOUIL/SANTA QUIRTERIA	pç	3.000	Gnaisses (gn), lentes de meta-cásios, anfíbolitos, quartzitos, gnaisses migmatíticos, migmatitos (mi) e micaxistos. Predominantes onde indicados	Permeabilidade fissural restrita à zonas afetadas por acidentes tectônicos totalmente associados a condicionamento topográfico e/ou hidrográfico, cabeceiras rarefeitas de depósitos detriticos diversos, mantas de intemperismo, exploração subterrânea mais viável através de poços tubulares criteriosamente localada.

UNIDADES HIDROGEOLOÓGICAS

AQUÍFEROS	SÍMBOLOS	ESPESSURA MÉDIA (m)
ALUVIÃO	Qa	10
DUNAS	$\frac{Qap}{Qd}$ Qpd	20
ALUVIÃO / BARREIRAS	Qa/TQb	25
PALEO-DUNAS / BARREIRAS	Qpd/TQb	70
BARREIRAS	TQb	40
ALUVIÃO / CRISTALINO	Qa/Pç	80
BARREIRAS / CRISTALINO	TQb/Pç	90
CRISTALINO	pç	70

QUADRO I

- a) Dunas/areias de praia;
- b) Depósitos flúvio-aluvionares;
- c) Grupo Barreiras.

Aquíferos dunas/areias de praia -- As dunas compreendem sedimentos arenosos, homogêneos e bem classificados, com índices elevados de porosidade.

Este pacote apresenta reduzida espessura, restringindo suas potencialidades apesar da elevada capacidade armazenadora refletida para elevada porosidade. Entretanto, para o abastecimento suplementar da área do município, o sistema dunas/areias de praia assume especial interesse, na medida em que a demanda a ser atendida seja compatível com as possibilidades locais de exploração, ou mesmo como um suprimento ao sistema de abastecimento já existente da CAGECE.

Foram medidos os seguintes valores dimensionais, para efeito de cálculo na região das dunas/areias de praia, em toda área do projeto aflora 26km² dos aquíferos, sendo sua espessura variando de 10-20 metros e a espessura saturada de 5 a 10 metros.

A alimentação dos aquíferos se dá exclusivamente por infiltração pluvial direta.

Precipitação média 1400/1700 mm/ano.

O volume médio da precipitação na área de afloramento é de 40,3x10⁶ m³/ano, sendo uma parte deste volume retomado das águas subterrâneas, através da evapotranspiração, já que o nível das águas subterrâneas é freqüentemente subaflorente, sobretudo nas regiões de cotas mais baixas.

Ocorre por toda superfície saturada, nas dunas de cotas baixas até 25 metros, ocorre a menos de 5 metros de profundidade, suas espessuras saturadas variam de 5-10m.

O fluxo subterrâneo apresenta-se com direções preferenciais, na orla marítima, perpendicular ao oceano. O comportamento da superfície das águas subterrâneas é mostrada no mapa Hidrogeológico, mostrando diferentes direções do fluxo d'água com base em medições executadas durante a etapa de campo.

A equidistância adotada foi de 5 metros e as cotas dos pontos d'água foram obtidas utilizando-se curvas de nível no mapa planialtimétrico da CAGECE/TELECEARÁ - escala 1:10.000, realizados pelos Serviços Aéreos da Cruzeiro do Sul - 1972.

Sabe-se que em relação ao fluxo subterrâneo neste aquífero de escoamento preferencial em direção ao Oceano Atlântico, representa um determinado volume d'água que se perde no mar, podendo ser interceptado através da construção de um colar de poços de pouca profundidade criteriosamente construídos e espaçados convenientemente entre as embocaduras dos rios Cocó e Ceará.

Os principais exutórios das águas subterrâneas das dunas/areias de praia, são o Oceano Atlântico, os rios Cocó, Pacoti, Ceará, reservatórios naturais e superficiais, evapotranspiração, além da exploração atualmente existente.

As características hidrodinâmicas representam os resultados dos trabalhos realizados pela SUDENE-1973.

Baseados nas características hidrogeológicas, adotaram os seguintes valores:

$$T = 1,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$u = 44.3 \cdot 10^{-2}$$

$$K = 1,8 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

A qualidade química das águas acumuladas das dunas são, na maioria dos casos, boas e aplicáveis para o consumo humano.

As reservas exploráveis seriam 1/3 das reservas acumuladas. O melhor setor da área metropolitana, suscetível de contribuir com um reforço, é o das dunas das Praias do Futuro, Meireles e Abreulândia, aproveitando as áreas subterrâneas onde evidentemente poder-se-iam implantar novas captações, obedecendo a um maior rigor técnico no que concerne às características da bateria de poços a ser implantada, aliada a uma proteção sanitária acurada (projeto em implantação pela CAGECE).

Por outro lado, segundo análise realizada através do Balanço Hídrico de Thornthwaite, nos meses em que a taxa de precipitação mensal for maior que a evapotranspiração potencial, este excesso poderia ser aproveitado através de canais drenantes.

Aquífero flúvio-aluvionar -- Ocorre ao longo dos vales dos cursos d'água, sendo depósitos de sedimentação recente. Nas áreas sul do município de Fortaleza assumem interesse em virtude das deficiências qualitativas das águas armazenadas no meio fissurado, constituindo muitas vezes a única fonte de abastecimento capaz de atender as necessidades dos bairros periféricos. Parece portanto, recomendável a realização de estudos e pesquisas dirigidas em particular para a determinação das áreas de maior potencial explorável, avaliação das reservas utilizáveis e indicação dos critérios mais adequados de exploração, visando uma utilização racional das reservas acumuladas em manchas aluvionares selecionadas.

Os sedimentos aluvionares contêm enormes quantidades de materiais inconsolidados, geralmente porosos/permeáveis, podendo armazenar e liberar consideráveis reservas de água potável em seus interstícios, estendendo-se sobretudo ao longo dos valores dos rios mais desenvolvidos: Ceará, Pacoti, Cocó e Maranguapiño.

Estima-se uma espessura média variando de 8 a 14m, no entanto sabe-se que atingem cifras superiores a 20m no leito dos rios Cocó, Pacoti e Ceará, nos trechos compreendidos próximos à foz destes rios.

Baseado nos cálculos de volumes dos depósitos, foram estimados volumes entre $28 \times 10^7 \text{ m}^3$ e $49 \times 10^7 \text{ m}^3$, cálculo este efetuado por intermédio da área de afloramento multiplicado pela profundidade estimada dos sedimentos.

A espessura saturada média é de 8 metros.

A alimentação destes depósitos se faz por infiltrações laterais das águas dos rios e riachos e também por pluviometria.

O armazenamento da água neste depósito, realiza-se pelo próprio canal do rio ou riacho nos períodos de pluviometria regular.

O escoamento das águas subterrâneas se efetua acompanhando a linha de maior declive das faixas aluvionares e com gradiente hidráulico variável, consequência direta da anisotropia e heterogeneidade dos depósitos.

Nos exutórios, além da evapotranspiração, tem-se também o próprio canal do rio ou riacho nos períodos de estiagem.

Em virtude do presente projeto ter desenvolvido pouca pesquisa dirigida para estes depósitos, não é possível afirmar suas características hidrodinâmicas.

A qualidade química das águas percoladas no depósito flúvio aluvionar são de boas qualidades.

Considerando-se uma área de 35km², uma espessura saturada de 8m e uma porosidade efetiva de 10%, estima-se que as reservas das aluviões de Fortaleza atingem 20x10⁶ m³.

A única área que pode recomendar para exploração intensiva de água subterrânea trata-se da área da aluvião do Cocó onde já existe uma bateria de 30 poços e rio Ceará. As demais áreas precisam ser estudadas sob o aspecto hidrogeológico.

Semi-aquífero Barreiras -- Corresponde a uma faixa de largura variável de sedimentos detríticos terciário-quadernários pertencentes ao Grupo Barreiras, recobertos parcialmente por estreito cordão de dunas ao longo de todo litoral fortalezense.

A litologia do Grupo Barreiras mostra-se constituída predominantemente por arenitos finos, argilosos, com intercalações areníticas e conglomeráticas, com grande variação faciológica nos sentidos horizontal e vertical.

As possibilidades hidrogeológicas desse pacote sedimentar não parecem muito promissoras, porém em áreas setoriais como Pirambu e Álvaro Weyne produzem poços com vazões de até 10.000 l/h, com crescente aumento da capacidade específica, em conformidade com a diminuição do espaçamento entre as curvas piezométricas.

A área de afloramento é de 127km², o aquífero é bastante heterogêneo, com espessura variando de 10-100 metros.

A alimentação se faz por infiltração pluvial direta, pelas aluviões dos rios e riachos em épocas chuvosas e pela infiltração vertical das dunas.

O armazenamento neste depósito, localiza-se em suas facies arenosas.

O escoamento se faz de uma maneira geral para o oceano. Nos locais onde esses sedimentos são cortados pelos depósitos aluvionares a tendência ao fluxo subterrâneo é se orientar para esses depósitos principalmente nas épocas de estiagens.

Como exutórios destacam-se a evapotranspiração intensa, as aluviões dos rios e riachos em épocas de estiagens, as lagoas litorâneas e a exploração depredatória existentes.

Apesar da existência de vários poços neste semi-aquífero, poucos foram os bombeamentos que determinaram suas características hidrodinâmicas.

Vale ressaltar que a maioria dos poços existentes neste aquífero mostraram capacidades específicas relativamente baixas (SUDENE-1973).

A qualidade química das águas subterrâneas dos poços situados nos sedimentos do Grupo Barreiras, são normalmente de boas qualidades. Apresentam baixo teor de resíduo seco, normalmente utilizáveis para o consumo humano.

Sendo uma área de 117km², espessura média saturada 15m e porosidade efetiva 10%, este sistema possui uma reserva aproximada de 2755x10⁶m³.

As áreas recomendadas para captação deste semi-aquífero trata-se dos bairros Álvaro Weyne, Lagoa Redonda, Aldeota.

Especificamente no bairro Álvaro Weyne existe uma protuberância (cota 15), provocada pela natureza arenosa do aquífero, com boas características de permo-porosidade.

Aquitardo embasamento cristalino

Comentários gerais -- Correspondem as zonas de ocorrência de rochas xistosas, graníticas, gnáissicas e migmatíticas, de porosidade intergranular praticamente nula. O meio produtivo está representado pelas fissuras e diáclases interconectadas resultantes dos esforços sofridos, apresentando em geral potencial hidrogeológico reduzido, seja pelo aspecto quantitativo devido as condições deficientes de circulação ou pelo lado qualitativo onde apresenta, via de regra, taxas excessivas de salinização em decorrência das condições de fluxo dominantes e do elevado tempo de contato da água com a rocha armazenadora.

As vazões dos poços são em geral baixas com valores médios 1300 l/h, enquanto que a salinidade pode alcançar índices elevados, tornando muitas vezes inadequada a utilização da água para o consumo humano ou industrial. Dependendo, entretanto, de critérios de locação tecnicamente consistentes que levem em conta os aspectos influentes ligados aos esforços tectônicos (tipo e distribuição dos fraturamentos), e os condicionamentos morfológicos, hidrológico e litológico, poderá ser aumentada a probabilidade de obtenção de vazões razoáveis e de águas de potabilidade adequada, capazes de atender as necessidades de uso industrial, doméstico e do abastecimento de pequenas comunidades nos bairros periféricos do município.

A presença de água está condicionada à existência de falhas, fraturas e fendas. Sempre essas aberturas diminuem com o aumento da profundidade. Muitas vezes essas rochas submergem a superfície por estarem recobertas por um manto de intemperismo, ou depósitos aluvionares, camadas estas que possuem material granular e representam aquíferos de razoável possança, como, por exemplo, a oeste do rio Maranguapinho (fig. 03).

Os níveis de contribuição capazes de fornecer água em quantidade trata-se do regolito e superfícies fraturadas e estão intimamente ligados aos fendilhamentos das rochas, coadjuvantes aos depósitos aluvionares e regolito nas porções mais superiores da crosta (fig. 04).

Regolito -- A principal característica do regolito é a intensa meteorização que se verifica na porção mais externa da crosta terrestre e nesta região alcançam algumas dezenas de metros de profundidade.

A meteorização mecânica fornece uma série de processos físicos, principalmente dilatação e conseqüentemente um aumento das fraturas em número e área livre, no entanto a meteorização química de alguns minerais feldspáticos e ferromagnesianos (piroxênios, anfibólios, etc.), são bastante comuns nos solos e subsolos do município, e geralmente conduz a um aumento de porosidade e permea-

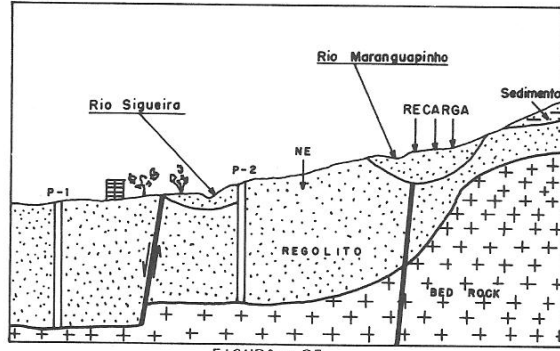


FIGURA - 03

Heterogeneidade do aquífero Granja Portugal causada pela existência de folhas transcorrentes, resultando o poço - 1 mais promissor que o poço - 2

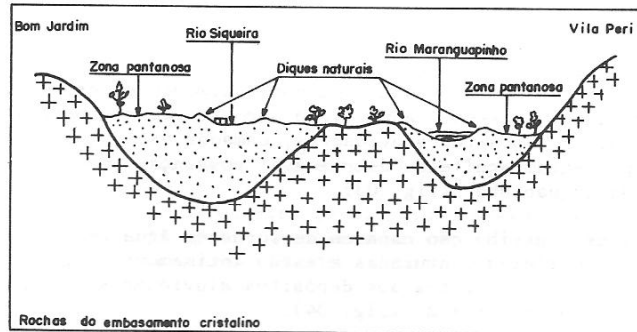


FIGURA - 04

Perfil do depósito aluvionar nos arredores da Granja Portugal.

bilidade nos tipos rochosos, podendo no entanto algumas vezes atuar negativamente como é o caso dos produtos argilosos nos bairros de Quintino Cunha, Autran Nunes e Barra do Ceará.

Bed-Rock -- O Bed-Rock contribui pontualmente, devido à irregularidade do aquífero, onde evidencia pequenas reservas de água subterrânea em terrenos dessa natureza, com exceção da área a oeste do rio Maranguapinho que quantitativamente apresentam características hidrogeológicas boas, com poços com vazões superiores a 10.000 l/h e rebaixamento de 10 metros (NE 2-8m), em poços de 60 metros de profundidade.

A pequena contribuição do Bed-Rock decorre principalmente da pouca infiltração de água nessas rochas e forte escoamento superficial.

Localmente pode-se citar que próximo ao Conjunto José Walter constata-se zona fraturada onde existe uma permeabilidade fissural elevada, acarretando a elevação da superfície piezométrica, também ao longo do Conjunto Palmeiras ocorre fraturas do tipo longitudinal (participando como conduto das águas subterrâneas).

Alimentação, armazenamento, escoamento e exutórios -- A alimentação destas rochas é realizada por intermédio de pluviometria por infiltração direta ou via indireta através de infiltração dos depósitos aluvionares dos rios Pacoti, Cocó, Ceará, Maranguapinho e demais riachos que drenam esta região e também através do regolito.

O armazenamento se dá na superfície alterada da rocha e também ao longo das fraturas que ocorrem na região.

O escoamento subterrâneo ocorre pela interconexão das fendas e o relevo.

O principal exutório é o escoamento superficial e evapotranspiração.

Características hidrodinâmicas -- Apresentam coeficientes hidrodinâmicos muito baixos, onde se constatou 15% dos poços com vazão inferior a 500 l/h, apresentando baixíssimas vazões específicas, com exceção do Conjunto Palmeiras e Granja Portugal, locais estes onde apresentaram vazões de até 12.000 l/h, em testes realizados pelo método "Air-lift".

Médias das reservas e áreas recomendadas - Apresenta uma área de afloramento de 48km² e espessura saturada média de 15m estimando uma reserva de água de 72 x 10⁷ m³.

Hidroquímica - Em geral as águas das rochas cristalinas apresentam taxas de salinidade excessivas para o consumo humano.

ASPECTOS GERAIS DA EXPLORAÇÃO

As reservas de água estão condicionadas principalmente pela estrutura hidrogeológica, a qual oferece o caráter dimensionar e permo-porosidade do aquífero.

A atual exploração dos poços perfurados pelo projeto compreende as necessidades de consumo doméstico, principalmente para as comunidades periféricas de baixa renda no município.

Os recursos exploráveis foram determinados pelas possibilidades de exploração do conjunto de poços perfurados e instalados, onde os métodos de ensaios de bombeamento, permitiram determinar os parâmetros de cada poço.

Embora que já tivesse sido levado a efeito a construção de centenas de poços e realizado estudos hidrogeológicos, parcial da área do município (SUDENE-1973) o conhecimento da geometria dos aquíferos e das características hidrodinâmicas dos mesmos não era suficiente para quantificar e qualificar o potencial da água subterrânea, elementos estes que permitem a elaboração e recomendação de um programa, visando a utilização racional dos recursos hídricos subterrâneos, o seu aproveitamento e as melhores condições para exploração desses recursos.

Além disso deve-se ressaltar os substanciais incrementos de demandas decorrentes da expansão demográfica e da ampliação do parque industrial e também a degradação de fontes superficiais tradicionais de suprimento, em consequência da ação de agentes poluidores resultantes do desenvolvimento industrial urbano não devidamente controlados. Esses fatores têm conduzido a uma maior pesquisa, avaliação e utilização das águas subterrâneas, visando o suprimento da demanda ou complementação de oferta propiciada pelos recursos superficiais tradicionais.

A profundidade dos níveis d'água que é dada pela diferença entre as cotas da superfície piezométrica dos aquíferos e da superfície topográfica, pode ser estimada no intervalo de 8-18m, enquanto que a espessura saturada estima-se de 20m como média geral dos aquíferos do município, com exceção das dunas e aluviões que possuem a espessura saturada em torno de 8m.

A capacidade de produção dos poços está relacionada à porosidade e permeabilidade que as litologias possuem.

Verifica-se que um programa de captação de água subterrânea a oeste do rio Maranguapinho a partir de pequenas áreas descontínuas e isoladas, poderá ser utilizado desde que não haja grande concentração de pontos d'água.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa e uso de água subterrânea requer um comando com elevado nível de experiência, razão pela qual recomenda-se a presença de hidrogeólogos e hidroquímicos nos poços ora em operação e manutenção do sistema de poços/chafarizes que estamos entregando para gerência da Prefeitura Municipal de Fortaleza, visto que caso contrário estes poços pouco contribuirão para o abastecimento d'água da população periférica da cidade.

Aproveitamento otimizado dos recursos hídricos com vistas a dotar as comunidades de infra-estrutura capaz de garantir o abastecimento de água para o consumo humano para a população, de baixa renda tais como construção de cisternas comunitárias para o aproveitamento das águas que se precipitam anualmente.

Definição e estruturação de um sistema organizacional: planejar, coordenar, implantar, acompanhar, manter e usar os recursos hídricos aproveitáveis.

A CAGECE deverá também explorar a área compreendida entre o Iate Clube do Ceará e a praia Iracema e não somente a praia do Futuro e Abreulândia, visto que nesta área perfurou-se poços com boas características hidrodinâmicas.

Alguns poços explorados deverão ser utilizados também como uma rede de

observações, que fornecerão parâmetros geométricos e hidrológicos dos reservatórios subterrâneos e portanto, o seu funcionamento deve-se providenciar um acompanhamento contínuo e direto por um hidrogeológico competente.

Para a resolução do problema de abastecimento municipal, quatro alternativas surgem, a saber: solução de calamidade pública, construção de poços em estudos preliminares, abastecimento pela CAGECE e solução global técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRÃO, Antonio E. - Abastecimento de Água na Área Metropolitana da cidade de Fortaleza-CE. Recife, SUDENE - Div. Documentação, 1973.
- BELTRÃO, Antônio Esberar de A. - Inventário Hidrogeológico do Nordeste: Folha nº 6, Fortaleza-CE. Recife, SUDENE - Div. de Documentação, 1970.
- BRAGA, Antônio de Pádua G., et alii - Projeto Fortaleza: Relatório Final. Recife, CPRM/DNPM, 1977, v. 1.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL: Folha SA.24 Fortaleza, Rio de Janeiro, 1981.
- CAGECE/PLANAT - Pesquisa e Aproveitamento de Água Subterrânea para Abastecimento Urbano nas Dunas Costeira do Ceará. Fortaleza, 1982.
- CAGECE - Sondagens nas dunas de Fortaleza, 1982.
- CASTANY, G. - Prospeccion Y Exploracion de las aguas subterráneas. Barcelona - 738p. - Barcelona, 1975.
- CAVALCANTE, Fernanda O. & SILVA Jr., Lúcio S. - Cadastro de Poços Tubulares Profundos na Região Metropolitana de Fortaleza: 1971-1982. Relatório de Graduação em Geologia. Fortaleza, UNIFOR, 1982.
- CUSTÓDIO, E., LLAMAS, M.R. - 1976, Hidrologia Subterrânea. Ediciones Omega, Barcelona, v.1., 1157p.
- MEDEIROS, Rodi Ávila, et alii - Facies Sedimentares. Rio de Janeiro, PETROBRÁS - Divisão de Documentação Técnica e Patentes, 1971.
- MORAIS, João Bosco A. & SILVA, Paulo Eduardo L.da - Prospecção e Exploração da Água Subterrânea à Beira Mar: Proposta Técnica. Inédita. Fortaleza, 15p., 1982.

HIDROGEOLOGIA E CONTROLE TECNOLÓGICO NAS PERFURAÇÕES DE POÇOS TUBULARES
NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE

ABSTRACT

The work turns out seven search's months, taks's development and experiences during Fortaleza Project.

Just present problems due rain scarcity, through SUDENE and DNPM/CPRM pact, realized construction and installation of 101 tubular drills, to explore subterranean hydric reserves, reinforcing Fortaleza water provis system as potentially immediate and effective and politically favorable.

Project reveals possibility of profit until 198m³/h or service for 180.000 hab/day.

The results are principally represented in: hydrogeologic map, 1:40.000; geologic map, 1:40.000; subterranean water captation map, in an area of 336km², district of Fortaleza.