



## As Águas Subterrâneas em Maranguape, Sudoeste de Fortaleza - Ceará

Itabaraci Nazareno Cavalcante<sup>1</sup>; Nirlando de Oliveira Viana<sup>2</sup>; José Araujo de Nogueira Neto<sup>1</sup>;  
 Christiano Magini<sup>1</sup>; Maria da Conceição Rabelo Gomes<sup>3</sup>; Milton Antonio da Silva Matta<sup>4</sup>

Recebido em 15 de dezembro de 2009 / Aceito em 29 de agosto de 2010

### Resumo

O trabalho apresenta um estudo sobre as condições hidrogeológicas de uma área (72km<sup>2</sup>) localizada no município de Maranguape, Ceará. Objetivou a caracterização hidrogeológica da área através do cadastro de poços e mapeamento dos sistemas hidrogeológicos. A metodologia constou do levantamento bibliográfico, cadastro e elaboração de um arquivo de dados dos poços, confecção de mapas, etapas de campo, integração e interpretação dos dados. Os sistemas aquíferos existentes para o armazenamento das águas subterrâneas são as zonas aluvionares (15km<sup>2</sup>), coberturas colúvio-eluviais (3km<sup>2</sup>) e o meio cristalino (54km<sup>2</sup>) que representa 75% da área. Existem 170 poços cadastrados, sendo 73 tubulares e 97 escavados. Os parâmetros médios para o domínio sedimentar são: profundidade dos poços de 10,7m, nível estático de 2,7m e Sólidos Totais Dissolvidos - STD de 436,4 mg/L; no cristalino: profundidade dos poços de 57,4m, nível estático de 6,5m, nível dinâmico 39,1m, vazão 2,0 m<sup>3</sup>/h, rebaixamento 32,6m e STD de 1.012,3 mg/L. Existem três sistemas de famílias preferenciais de fraturas, com direções N-S, E-W e NE-SW, sendo este padrão bem marcado pela direção da drenagem, salientando a congruência entre drenagens e fraturas.

Palavras - chaves: Hidrogeologia, Maranguape, Ceará.

### Abstract

*The paper presents a study on the hydrogeologic conditions of an area (72km<sup>2</sup>) located in the municipality of Maranguape, Ceará. Aimed to characterize the hydrogeology of the area through the registration of wells and hydrogeological mapping systems. The methodology consisted of literature review, registration and establishment of an archive of well data, making maps, field steps, integration and interpretation of data. The aquifer systems exist for the storage of groundwater areas are alluvial (15km<sup>2</sup>), colluvial-eluvial covers (3 km<sup>2</sup>) and the middle lens (54km<sup>2</sup>) which represents 75% of the area. There are 170 registered wells, 73 tube and 97 dug wells. The average parameters for the sedimentary domain are: depth of 10,7 m of wells, static level of 2,7 m and Total Dissolved Solids (STD) of 436,4 mg/L, the lens: depth of 57,4 m of wells, static level 6,5 m, 39,1 m dynamic level, flow rate 2,0 m<sup>3</sup>/h, reduced STD and 32,6 m of 1012,3 mg/L. There are three families preferred systems of fractures, with directions NS, EW and NE-SW, a pattern that is well marked by the direction of drainage, stressing the congruence between drainages and fractures.*

Keywords: Hydrogeology, Maranguape, Ceará

<sup>1</sup> Prof. Dr. do Departamento de Geologia – UFC. Av. Humberto Monte, S/N, PICI. Fortaleza/CE. E-mail: ita@fortalnet.com.br.; <sup>2</sup> Mestre em Hidrogeologia. Bolsista do CNPq/CT-Hidro – Brasil. E-mail: nirlandoviana@yahoo.com.br.; <sup>3</sup> Doutoranda em Hidrogeologia. DEGEO/UFC. LABHI (Bolsista CAPES/REUNI). conceicaorabelo@yahoo.com.br.; <sup>4</sup> Prof. Dr. Em Hidrogeologia. FG/IG/UFPA. matta@ufpa.br

## 1. Introdução

Os estudos para caracterização dos domínios hidrogeológicos, particularmente dos aquíferos, e conhecimento da utilização das águas subterrâneas vêm crescendo em todo o globo devido à necessidade de buscarem-se novos conhecimentos para a captação das águas subterrâneas, como forma de complementação aos recursos hídricos superficiais e, muitas vezes, atuando como um meio para o abastecimento em épocas de estiagem (seca ou escassez de água).

As águas, em geral, representam um papel de suma importância para a natureza. As subterrâneas, particularmente, são utilizadas para diversos fins, dentre eles nos usos doméstico, industrial e agrícola. Assim, tem-se a consciência de que elas representam um patrimônio importante para o Ceará e, particularmente, para o município de Maranguape, que faz parte da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), em crescente desenvolvimento.

O trabalho teve como objetivo geral a avaliação dos aspectos hidrogeológicos e, especificamente, a caracterização dos domínios hidrogeológicos, avaliação da situação atual das obras de captação, distribuição temporal dos poços e finalidade do uso das águas subterrâneas.

## 2. Localização e Acesso

A área definida para estudo possui 72 km<sup>2</sup>, situando-se na porção nordeste do município de Maranguape, Ceará – Nordeste do Brasil (Fig. 1). O acesso a área, a partir de Fortaleza, pode ser realizado através da CE-065 que interliga Fortaleza a Maranguape, percorrendo-se 20 km até a sede municipal, inserida na área de trabalho.

## 3. Metodologia de Trabalho

Com base nos objetivos, a pesquisa foi desenvolvida inicialmente com o levantamento bibliográfico a fim de se adquirir conhecimentos e obter uma visão geral dos aspectos pertinentes ao desenvolvimento do trabalho; a segunda etapa constou da elaboração do arquivo de dados a partir do levantamento de poços (170) da área junto aos órgãos públicos e particulares que atuam na construção de obras de captação para as águas subterrâneas e/ou possuem dados cadastrados, ressaltando-se os parâmetros dos poços, domínios hidrogeológicos, coordenadas (UTM), domínio hidrogeológico, capacidade específica [(m<sup>3</sup>/h)/m], equipamentos instalados, uso, condutividade elétrica (µS/cm a 25°C), STD (mg/L) e fonte potencial de poluição.

A 3<sup>a</sup> etapa constou da confecção de mapas preliminares (geologia, domínios hidrogeológicos e distribuição dos poços) a partir da interpretação das fotografias aéreas na escala 1:25.000 (arquivo CPRM), dos dados cartográficos na base topográfica da SUDENE (SA.24-Z-C-IV) Folha Fortaleza 1:100.000 na escala 1:30.000 que serviram de base para as etapas de campo; a 4<sup>a</sup> etapa constou dos trabalhos de campo, onde foi realizado o reconhecimento da área e verificação da validade dos dados levantados a partir do cadastro de poços, mapeando-se os domínios hidrogeológicos constantes no mapa preliminar sendo que, no cristalino, foi avaliado o padrão estrutural considerando-se, sobretudo, os elementos estruturais rúpteis, sendo obtidas as medidas de atitudes de fraturas. Finalmente, a 5<sup>a</sup> etapa constou do tratamento e integração dos dados, onde foram gerados gráficos, tabelas, diagramas e mapa dos domínios hidrogeológicos com a distribuição dos poços, onde foram utilizados planilhas *Excel*, *software estereonet* para tratamento das fraturas e *Corel Draw* para geração dos mapas.

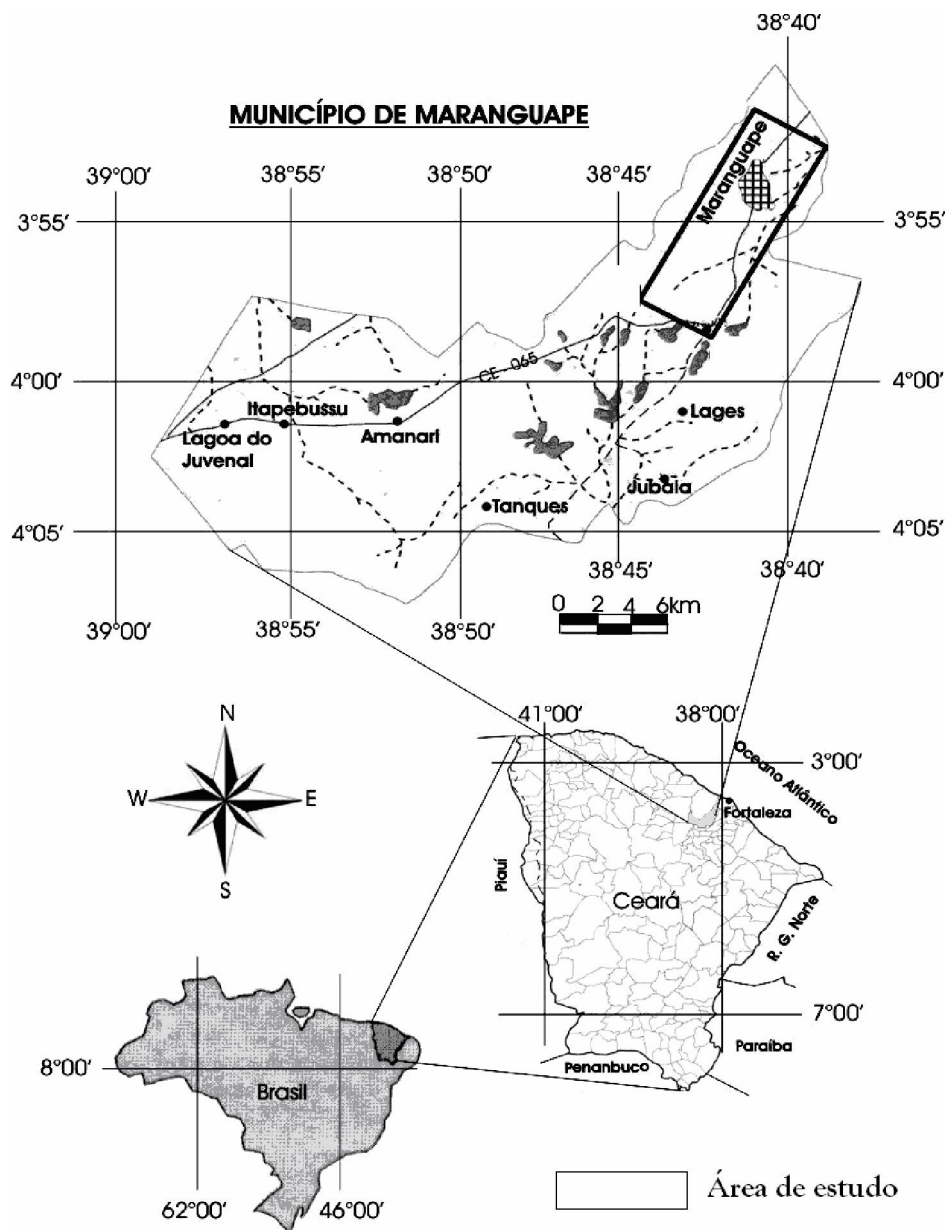


Fig. 1 – Localização da área de estudo em Maranguape – Ceará

#### 4. Aspectos Geoambientais e Geológicos

Os aspectos geoambientais envolvem os aspectos regionais relacionados ao clima, geomorfologia, vegetação, solos, recursos hídricos e geologia local.

O clima no município sofre variações térmicas localizadas, ocasionados pelas mudanças do relevo. Utilizando a classificação proposta por Köppen (1948), o município de Maranguape possui os tipos climáticos *Am* e *Aw'*, sendo o primeiro caracterizado por um clima tropical

chuvoso em decorrência das chuvas geradas pelo encontro das nuvens saturadas proveniente do litoral com a escarpa leste da serra de Maranguape, favorecendo o desenvolvimento de micro-clima típico. O tipo *Aw'* marca um clima tropical chuvoso, sendo quente e úmido com chuvas de verão e outono.

De acordo com dados históricos de precipitação pluviométrica registrados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará – FUNCEME no período de

1974 a 2003, os índices pluviométricos variaram, em média, entre 7,95 mm (outubro) e 277,4 mm (março), com média de 1.200mm/ano. As maiores precipitações ocorrem na quadra chuvosa fevereiro/março/abril/maio, com chuvas irregulares durante o resto do ano, de acordo com as características do clima semi-árido.

As temperaturas médias mensais estimadas por regressão linear múltipla para a região de Maranguape variam de 26° a 27°C, com exceção do micro-clima serrano onde as temperaturas tornam-se mais amenas e decaem, atingindo 22°C.

A partir do cálculo do balanço hídrico (Período de 1974 a 2003) tem-se uma estimativa preliminar das reservas hídricas subterrâneas, determinando-se a parcela de precipitação que infiltra no subsolo, dando-nos, assim, uma avaliação do processo de renovação das reservas de água subterrânea, onde a infiltração potencial anual é de 219,61mm, representando 18,29% do total da média anual da precipitação pluviométrica (VIANA, 2005).

Geomorfologicamente, Maranguape possui relevo representado pelo Maciço Residual e Depressão Sertaneja. A serra de Maranguape enquadra-se na categoria de Maciço Residual, estando embutida em uma superfície pediplanada circundante denominada de Depressão Sertaneja.

A vegetação, de acordo com Medeiros *et al.* (1995), é diferenciada nas serras e nos baixios, como consequência das mudanças climáticas. As serras mais altas, considerando a altitude máxima em torno de 890 metros até suas encostas, sofrem exposição aos ventos úmidos, sendo ocupadas pela floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular (matas úmidas). Nas encostas mais baixas dessas serras e nos serrotes está presente a floresta subcaducifólia tropical pluvial (matas secas), onde os índices pluviométricos são menores comparados ao das florestas de matas úmidas. No domínio semi-árido (região aplainada) predomina a caatinga arbórea densa, identificada pelo seu porte que varia de médio a grande, com troncos mais espessos, com árvores ocasionais de até 20 metros de altura, e; a caatinga arbustiva caracterizada pelo seu porte menor com caules

retorcidos e esbranquiçados, apresentando solos mais ressequidos e degradados.

Os solos estão associados aos aspectos geomorfológicos, sendo que nas serras existem os solos podzólicos vermelho-amarelos eutróficos e litólicos eutróficos, e nas Depressões Sertanejas tem-se os solos planossolos solódicos e solos aluviais e, capeando toda a área, observam-se os terrenos fluviais (LEITE & MARQUES, 1997). Solos Aluviais distribuem-se ao longo de rios e/ou riachos com drenagem ativa, sendo pouco desenvolvidos, originados de deposição recente e de natureza diversa.

Relativo aos recursos hídricos superficiais, a região apresenta uma carência de água para determinadas áreas em épocas de estiagem devido a ausência de planejamento e gestão adequada dos recursos hídricos. De acordo com Medeiros *et al.* (1995), o município está inserido em duas sub-bacias hidrográficas: Maranguape (223,8 km<sup>2</sup>) e Baú (241,6 km<sup>2</sup>). As principais drenagens superficiais são representadas pelos rios Maranguape, Baú e Água Verde, além dos riachos Amanari, Tangureira, Pirapora e da Cruz, sendo observada a presença de vários olhos d'água que ocorrem na serra de Maranguape. As águas subterrâneas constituem o principal material de discussão do presente trabalho, sendo o mesmo abordado nos tópicos pertinentes ao tema.

De acordo com a geologia da Região Metropolitana de Fortaleza (Brandão, 1995), e dados coletados em campo neste trabalho, tem-se a rochas cristalinas do Pré-Cambriano na sua porção basal representadas pelo Complexo Granitóide Migmatítico (sienogranitos, monzogranitos e granodioritos), rochas vulcânicas alcalinas Terciárias (fonólitos), coberturas colúvio-eluviais Tércio-Quaternárias (sedimentos areno-silto-argilosos, alaranjados e/ou avermelhados, de granulação finas a média, por vezes mais grosseiros) e as zonas aluvionares Quaternárias (areias, cascalhos, por vezes siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica) (Fig. 3).

O estudo das feições estruturais deteve-se mais a coleta de medidas de fraturas, na tentativa de indicar as direções preferenciais das mesmas, pois as águas subterrâneas nesse meio dependem

do padrão de fraturamento.

Em uma visão geral do padrão estrutural da área, através da imagem de satélite SLAR da Folha SA. 24-Z-C, observou-se uma grande crista de orientação NE-SW, representando a serra de Maranguape e sendo também observado através das drenagens o controle do padrão estrutural, tais lineamentos representando prováveis fraturas abertas.

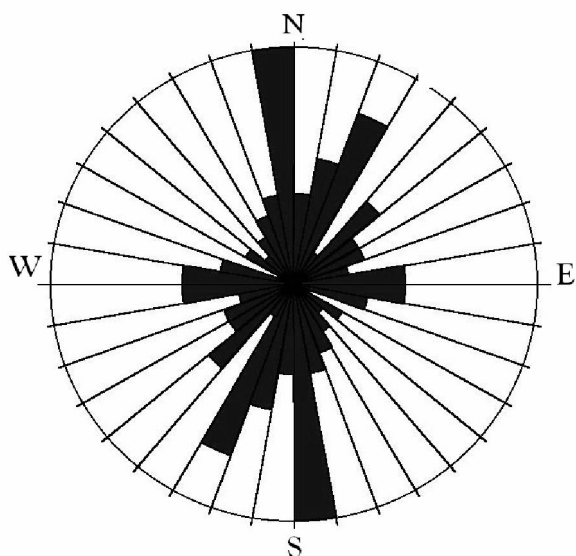


Fig. 2 - Diagrama de fraturas da área de estudo (88 medidas).

A partir das 88 medidas de atitudes de fraturas realizadas em campo, obtidas nas rochas graníticas do embasamento em diversos afloramentos, observou-se fraturas em diversas direções. O diagrama da Fig. 2 mostra a predominância de três sistemas de fraturas, sendo N-S, E-W e um terceiro de direção NE-SW.

Os três sistemas de fraturas na região representam bem o padrão de drenagem, onde o sentido varia entre N e E.

## 5. Aspectos Hidrogeológicos

As águas subterrâneas são as mais abundantes no planeta representando 97% da água doce disponível. No Ceará, onde o cristalino representa 75% da área estadual, elas são importantes não só pelo fato de sua quantidade e de serem essenciais à vida, mas por serem, muitas vezes, as únicas fontes hídricas a serem captadas,

principalmente em épocas de estiagem. Em geral, elas não possuem problemas maiores pertinentes à qualidade físico-química, porém no aspecto bacteriológico é de suma importância uma boa proteção sanitária na construção de poços para evitar-se uma possível interconexão entre águas rasas, com maiores probabilidades de estarem contaminadas, com as águas mais profundas, resguardando o manancial hídrico subterrâneo.

### 5.1 - Domínios Hidrogeológicos

A partir do cadastro de 170 poços, foi realizada a classificação por domínio hidrogeológico resultando em meios cristalino (71 poços) e sedimentar (99 poços).

Levando-se em consideração a área de estudo e a individualização dos domínios aquíferos, temos a relação do número de poços e a área de ocorrência de cada domínio, relacionados aos parâmetros dos poços e a água captada (Tab. 2).

A profundidade média dos poços é diferenciada entre os domínios, sendo a do sedimentar 20% mais baixa que a do cristalino (57,4m). O nível estático no sedimentar é sub-aflorante, com média de 2,7m e, portanto, freático e, no cristalino, é de 6,5m.

O maior número de poços escavados (cacimbas) captando água do sistema sedimentar é justificado pela facilidade de encontrar água, diferentemente do meio cristalino que depende do padrão estrutural, e pelo baixo custo na construção das obras de captação comparada as obras no cristalino (poço tubular) que representa menos de 10% do custo da construção do poço tubular.

#### 5.1.1 - Meio Cristalino

Para este domínio foi considerado o embasamento cristalino representado pelo Complexo Granitóide-Migmatítico, domínio de ortognaisses graníticos e migmatitos diversos frequentemente encerrando lentes anfíbolíticas e representando 54 km<sup>2</sup> (75 %).

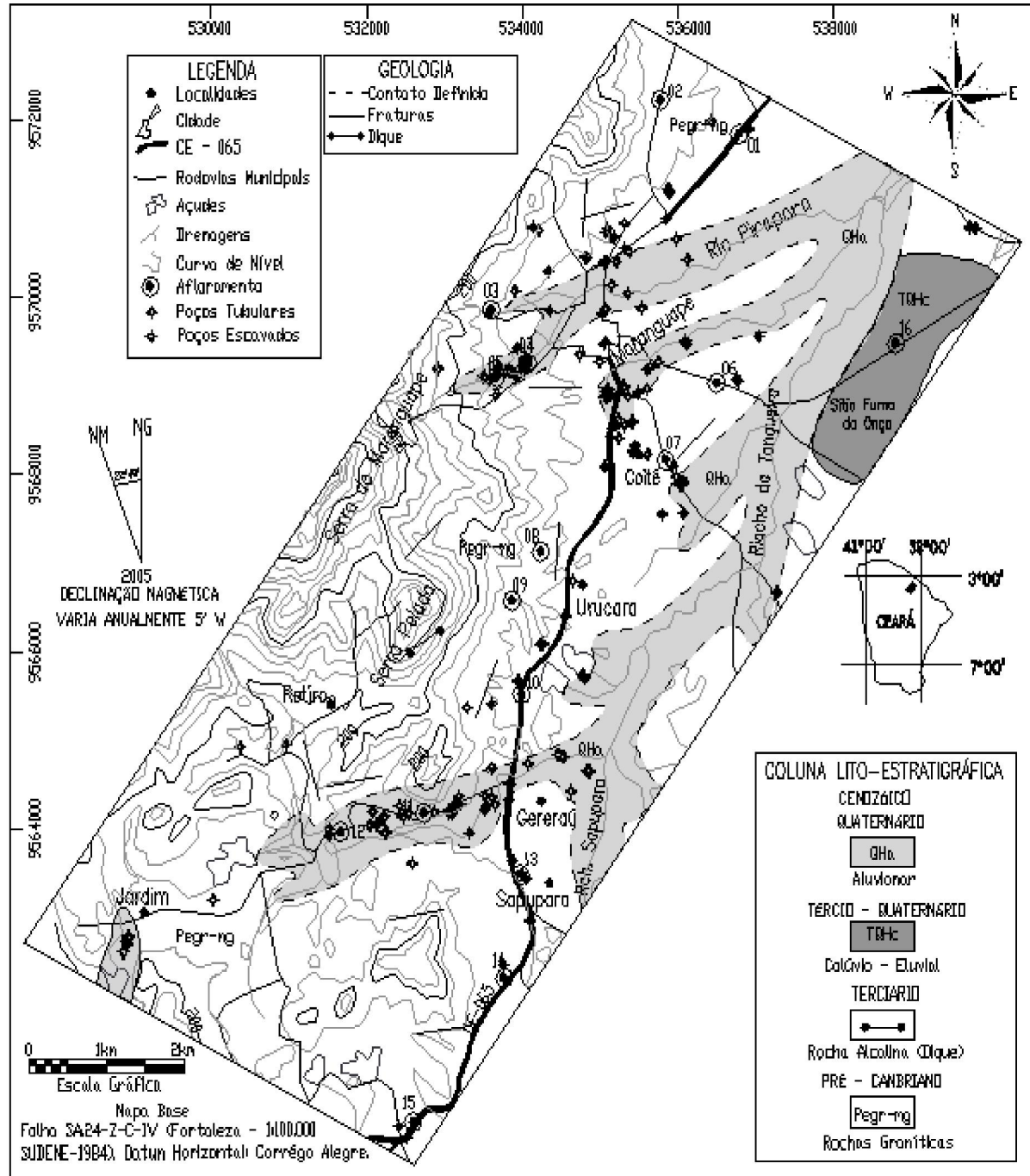


Fig. 3 - Geologia e a distribuição dos poços na área de estudo.

Tab. 1 – Médias dos principais parâmetros dos poços na área de estudo.

PARÂMETROS MÉDIOS	DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO			
	Sedimentar	Nº de Dados	Cristalino	Nº de Dados
Profundidade Poço (m)	10,7	98	57,4	61
Nível estático (m)	2,7	89	6,5	38
Nível dinâmico (m)	-	-	39,1	37
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	-	-	2,0	37
Capacidade específica [(m <sup>3</sup> /h)/m]	-	-	0,12	36
STD (mg/L)	436,4	78	1.012,3	19
Nº de poços	99	-	71	-
Área de ocorrência (km <sup>2</sup> )	18	-	54	-

LEGENDA: STD – Sólidos Totais Dissolvidos

O cristalino (ou fissural) é considerado na literatura como um meio de baixo potencial hidrogeológico devido apresentar uma porosidade secundária, ou seja, seus parâmetros hidrodinâmicos dependem da intensidade do fraturamento existente na rocha, bem como da sua abertura e da interconexão das mesmas para ocorrer o fluxo da água no meio, sendo considerado como um domínio hidrogeológico heterogêneo e anisotrópico (CAVALCANTE, 1998).

Ressalta-se que ele pode apresentar resultados favoráveis em termo de vazões, desde que a obra de captação atinja fraturas abertas interconectadas que sejam boas fornecedoras de água subterrânea. Ainda, sem a influência dos processos tectônicos que propiciem a existência de fraturas abertas e com porosidade e permeabilidade primárias pequenas (cerca de 1%) ou praticamente nulas, o mesmo é incapaz de armazenar ou liberar água.

A recarga neste domínio ocorre pela infiltração direta das precipitações pluviométricas, das águas acumuladas no manto de intemperismo (regolito) que retém essas águas até que ocorra a infiltração nas fraturas abertas e/ou através das fraturas conectadas a espelhos d'águas (lagoas, açudes) e a rede de drenagem. Como exutórios

tem-se as drenagens efluentes, fontes naturais e evapotranspiração.

Existem 71 (41,7%) poços existentes no meio fraturado, sendo que desse total, apenas 37 apresentam dados de vazão. A partir das fichas de construção dos poços e associado ao perfil litológico, observa-se que na rocha não se coloca revestimento, ou seja, a própria rocha funciona como revestimento, diminuindo os custos na construção sem prejuízos na qualidade e quantidade de água. O diâmetro do poço tubular é, em média, de 5" porém, até chegar na rocha dura é necessário atravessar as coberturas sedimentares e/ou manto de intemperismo, onde é colocado um revestimento de, em média, 6" de diâmetro, de ferro (27 poços) ou PVC geomecânico (40 poços).

Dos 61 dados de profundidades de poços no meio fraturado, observa-se que estes variam de 20,1 a 100,0 metros, com média de 54,5 metros, sendo que 45,9% variam de 20,1 a 50,0 metros (mediamente profundos) e os 54,1% restante são superiores a 50m (poços profundos), classificados de acordo com o Decreto N° 23.068, de 11 de fevereiro de 1994 da SRH (SRH, 1994) (Fig. 04). Dos 71 poços, 38 apresentam dados de nível estático que variam de 0,1 a 26,0 metros, com média de 6,5 metros.

Existem 37 dados de nível dinâmico, onde se observa que variam de 7,0 a 96, com média de 39,1 metros (Fig. 05).

O rebaixamento é a diferença do nível dinâmico e o nível estático, variando de 6,6m a 76m, com média de 32,74m.

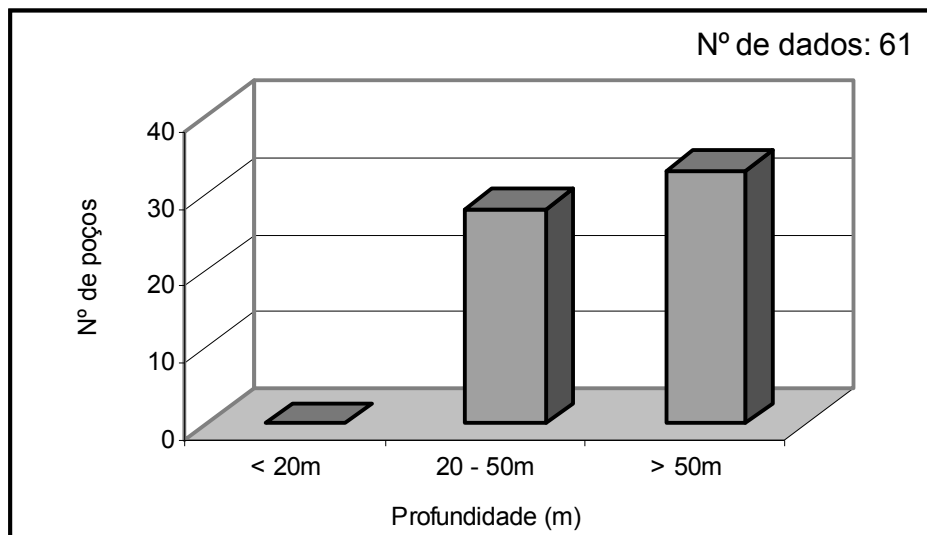


Fig. 04 – Profundidade dos poços no cristalino, Maranguape - Ceará.

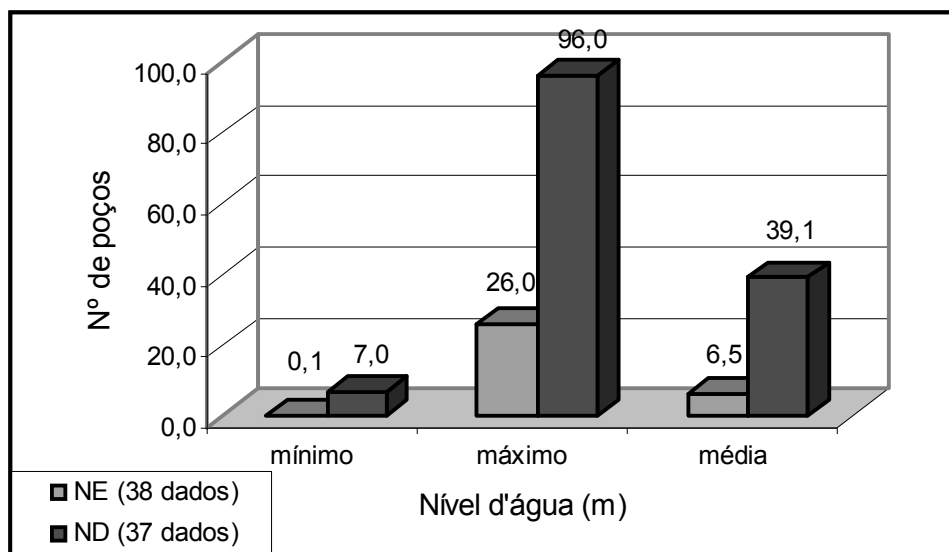


Fig. 05 - Níveis estático (NE) e dinâmico (ND) dos poços do cristalino, Maranguape - Ceará.

O meio fraturado apresenta pequenas vazões, que dependem intrinsecamente do padrão de fraturamento e de recarga hídrica. Dos 37 dados de vazão, observa-se que a mínima é de 0,2 m<sup>3</sup>/h e máxima de 14,4 m<sup>3</sup>/h. Na Fig. 06 observa-se que os poços com as maiores

profundidades apresentam vazões abaixo de 2,0 m<sup>3</sup>/h e, para as vazões acima de 2,2 m<sup>3</sup>/h, chegando a 14,4 m<sup>3</sup>/h, os poços possuem profundidade média de 50,0m, chegando a 62,6m, mostrando-se que a média das vazões (2,0 m<sup>3</sup>/h) dos poços não tem uma relação direta



com a profundidade no meio cristalino e sim, dependente da presença de fraturas interconectadas e recarga.

### 5.1.2 - Meio Sedimentar

Este domínio hidrogeológico foi individualizado nas coberturas colúvio-eluviais e nas zonas aluvionares, sendo pouco discutido o colúvio-eluvial devido a ausência de poços.

#### 5.1.2.1- Coberturas colúvio-eluviais

Este subdomínio representa os sedimentos areno-silto-argilosos, alaranjados e/ou avermelhados, de granulação fina a média, ocasionalmente mais grossa, com horizontes laterizados na base, localizados sobre o embasamento granítico, compreendendo em expressão territorial 3km<sup>2</sup> (4%) da área.

As coberturas colúvio-eluviais são consideradas como um aquífero de porosidade primária, onde a água flui com mais facilidade nos interstícios dos grãos, comparado ao meio fraturado que depende de fraturas abertas. Devido essa porosidade, temos como ponto positivo uma

fácil recarga de água.

Devido a falta de dados referente ao contexto colúvio-eluvial não foi possível um detalhamento maior. A recarga ocorre principalmente pelas precipitações pluviométricas e de drenagens influentes.

Como exutórios tem-se a rede de drenagem efluente, lagoas, evaporação e a transferências de águas para as fraturas abertas no meio fraturado, desde que existam.

Por se tratar de uma camada de topo, o risco de contaminação é facilitado, sendo que na região destacam-se as fossas sépticas e uso de inseticidas agrícolas, dentre outros.

Sabendo dessa facilidade deveria existir uma maior preocupação por parte de todas as pessoas, pois a água assume um importante papel na vida do ser humano e, muitas vezes, sendo a água subterrânea a única fonte de abastecimento em épocas de estiagem, assim uma vez não tendo o controle dos contaminantes que fluem para a formação armazenadora, na hora de sua necessidade poderá estar contaminada.

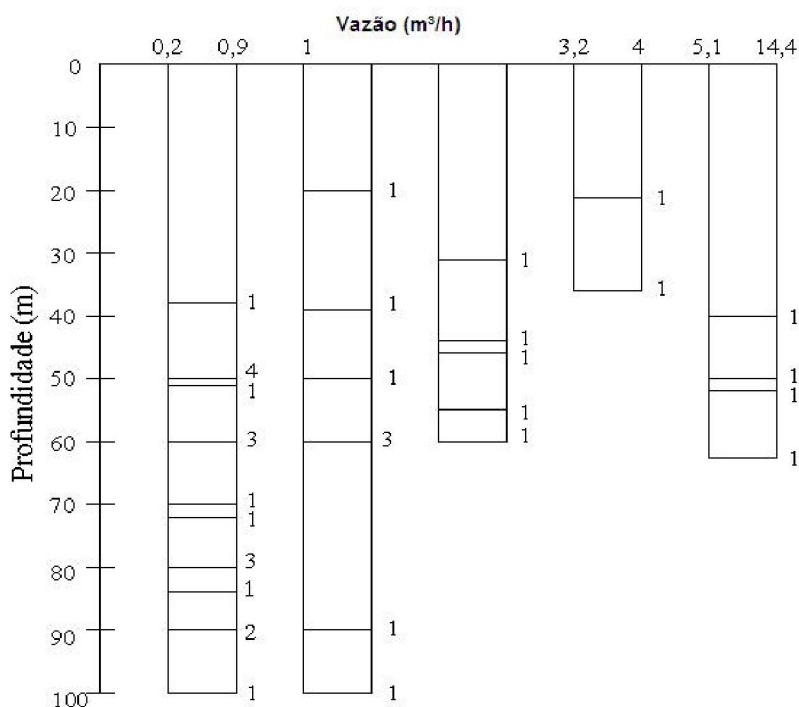


Fig. 06 – Relação dos dados de profundidade do poço (m), vazão (m<sup>3</sup>/h) e número de poços existentes por intervalo de profundidade (números do lado direito de cada coluna), na área.

### 5.1.2.2- Zona Aluvionar

A zona Aluvionar é representada por sedimentos areno-argilosos recentes, ocupando 15km<sup>2</sup> (21%) da área e, representando uma fonte alternativa de abastecimento de água para diversos fins.

Eles ocorrem margeando as calhas das principais drenagens a área, formado por um pacote sedimentar pouco espesso e apresentando porosidade primária. Normalmente as zonas aluvionares apresentam altas permeabilidade e porosidade que compensam as pequenas espessuras saturadas gerando boa transmissividade. Devido a falta de dados de vazão dos poços captando água nesse sistema não se pode dimensionar este parâmetros, porém no trabalho de campo observou-se que os poços apresentam vazões suficientes para o abastecimento doméstico diário de pequenas famílias.

A zona aluvionar, devido suas boas porosidade e permeabilidade, é altamente vulnerável as contaminações, fato esse causado no geral por processos antrópicos, particularmente pela ocupação de favelas ao longo das margens de rios e a total ausência de saneamento básico, comumente observados nos centros urbanos.

As aluviões estão em contato com o embasamento cristalino. Devido a falta de um estudo mais detalhado para quantificar a espessura desta zona, adotou-se a partir dos dados do cadastro, a espessura média de 5,0 metros, pois 97% dos poços escavados neste sistema possuem profundidade média de 10,7m não ultrapassando o contato com o cristalino, com mínima de 2m e máximo de 20m, sendo considerados como poços rasos de acordo com o Decreto N° 23.068 de 11 de fevereiro de 1994 da SRH/CE (SRH, 1994).

A recarga é feita principalmente pela precipitação pluviométrica direta e de drenagens influentes. Como exutórios tem-se a rede de drenagem efluente, abastecimento do manto de intemperismo e das fraturas abertas do meio fraturado e a evapotranspiração.

A partir dos dados (99 poços construídos

nas aluviões), a avaliação desse meio ainda é prejudicada, pois não existem dados de vazão, nível dinâmico, capacidade específica e rebaixamento.

Dos 89 dados de nível estático, tem-se que no geral, oscilam predominantemente abaixo de 3 m (76,4%), com mínimo 0,50 m e máximo de 8 m, com média de 2,7m, refletindo um posicionamento sub-aflorante, representando aquíferos freáticos livres, freáticos.

Considerando-se a média do nível estático de 2,7m e da profundidade média dos poços de 10,7m, temos da diferença entre a profundidade e o nível estático o valor da lamina d'água média de 8m. No cálculo do volume médio armazenado para cada poço ( $V = \pi r^2 h$ ) temos um volume de 9m<sup>3</sup> ( $V = 3,14 \times 0,60^2 \times 8$ ) e multiplicando-se pelo número de poços escavados (87), totaliza-se um volume de água armazenado de 783m<sup>3</sup> (9 m<sup>3</sup> do poço x (87) total de poços). Se considerarmos um uso diário de 150L/hab/dia, a água armazenada nas obras de captação daria para abastecer 5.220 hab/dia.

A construção das obras de captação das águas subterrâneas nas aluviões é feita manualmente e, muitas vezes, por leigos, na tentativa de baratear a obra de captação, sendo assim uma alternativa mais viável. Esse fato explica a falta de dados de construção dos poços escavados e a ausência de critérios técnicos construtivos pode gerar uma fonte potencial de poluição.

## 6. A Situação atual de Exploração das Águas Subterrâneas

A construção de poços na área iniciou-se em 1930 na localidade Sítio Gavião, localizado na porção norte da área na margem do rio Pirapora, sendo a obra (poço escavado) construída por moradores.

Dos 170 poços cadastrados, 144 (84,7%) poços apresentam dados de ano de construção, que variam de 1930 a 2002, sendo que o maior número de obras foi construído nas décadas de 60 e 80, fato este associado aos períodos de escassez e a ocupação do espaço físico (Fig. 07).

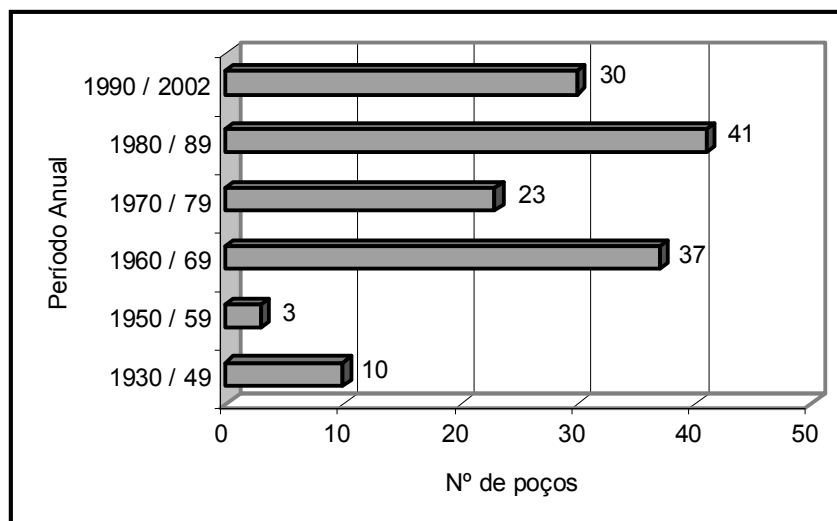


Fig. 07 - Evolução temporal da construção dos poços na área.

Observam-se poucos dados (28) referentes aos executores das construções, onde se tem dez (10) poços construídos pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), três (03) pela SOHIDRA (Superintendência de Obras Hidráulicas), nove (09) pela SOEC e seis (06) de outras empresas, valendo ressaltar que esses dados são todos de poços tubulares.

Na situação dos poços foi possível identificar, à partir do arquivo de dados, a seguinte situação: 83 (48,8%) em uso, 40 (23,5%) desativados, 40 (23,5%) abandonados e 07 (4,1%) não instalados (Tab. 2).

De acordo com os dados da Tab. 2, podemos correlacionar a responsabilidade por

parte dos poderes público e particular com as obras de captação, observando-se o descaso para os poços públicos, sendo que, neste caso, existem 66,7% dos poços desativados e abandonados, e apenas 33,3% em uso; esse descaso é explicado pela falta de interesse político, ou seja, o poço não é “fotogênico” comparado a construção de grandes barragens superficiais. Por outro lado, existe a falta de um conhecimento técnico, prejudicando as locações de poços, sendo construídos poços com baixíssimas vazões e, inúmeras vezes, secos. Os poços particulares em uso representam 54,4% dos poços, restando 45,6% que não estão em uso, mostrando um maior interesse e responsabilidade com os mesmos.

Tab. 2 - Situação atual dos poços cadastrados na área.

Situação	Particular		Público	
	Nº de Poços	Frequência (%)	Nº de Poços	Frequência (%)
Em Uso	68	54,40	15	33,33
Desativados	29	23,20	11	24,44
Abandonados	21	16,80	19	42,23
Não instalados	7	5,60	-	-
Total	125	100,00	45	100,00

Se considerarmos os poços desativados e não instalados como obras possíveis de entrarem em funcionamento para a exploração das águas subterrâneas em qualquer época, quer seja ou não em épocas de estiagem, existiria uma contribuição de mais 47 poços. Então, na área, seriam 130 poços em funcionamento, que seria a soma dos poços já em uso classificados como privado (68), público (15) e passíveis de funcionamento (47), representando 76,5% do total das obras cadastradas. Observando o número de poços passíveis de funcionamento, fica claro que o descaso com as obras de captação na região é sério, devendo os órgãos responsáveis atuarem com maior intensidade, pois afinal de contas a água é um bem mineral essencial a vida e se não for tomada as devidas precauções, desde já, pode ser tarde para recuperar-se essas pontos de captação; é importante e essencial um estudo da vulnerabilidade e risco, garantindo a integridade das formações aquífera da região à poluição antrópica.

As águas dos poços na região são explotadas para diversos fins. A partir de 100 dados de finalidade do uso das águas, temos 18 poços (18%) sendo utilizados na agricultura, 2 poços para dessedentação de animais (2%), 3 poços no uso doméstico e agrícola, 10 na indústria (10%), 1 para uso múltiplo (1%) e 7 poços para recreação (7%).

Na tentativa de classificar a situação das obras de captação em relação aos domínios hidrogeológicos da área (Tab. 3), é observado que o sistema cristalino apresenta um número reduzido de poços em uso, onde do total de 71 poços cadastrados apenas 12 estão em uso. No sedimentar (99 poços), temos um número maior de poços em uso (71 poços) mostrando que na região, como um todo, a água subterrânea é utilizada em pequena escala, sendo usada predominantemente no uso doméstico (58%), onde se necessita, no geral, de pequenas quantidades.

Tab. 3 - Situação atual dos poços e respectivo domínio hidrogeológico, Maranguape - Ceará

Situação	Sedimentar		Cristalino	
	Nº de Poços	Frequência (%)	Nº de Poços	Frequência (%)
Em Uso	71	71,72	12	16,90
Desativados	21	21,21	19	26,76
Abandonados	6	6,06	34	47,89
Não instalados	1	1,01	6	8,45
Total	99	100,00	71	100,00

O motivo de 40 poços estarem desativados está ligado a diversos fatores, tais como: quebra de manivela, tubulação, falta de bomba, energia, torneira, salinização e águas contaminadas.

Os 40 poços abandonados estão associados a vazões reduzidas, ou mesmo nulas ( $Q < 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$ , poço seco), ou aqueles que não têm solução para retirada d'água, como, por exemplo, poços entulhados, quebra de tubulação, poço salinizado ou seco, onde devemos ressaltar a importância da proteção sanitária desses poços na tentativa de evitar a contaminação das

formações armazenadoras.

Os sete (7) poços não instalados estão ligados, no geral, a poços de baixas vazões ou até mesmo secos ( $Q < 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

## 7. Conclusões

A área de estudo está inserida no contexto cristalino que aflora em 75%. Afloram, também, duas camadas sedimentares sobre as rochas graníticas, representadas pelas coberturas colúvio-eluviais (4%) e as aluviões (21%). Existem 170 poços cadastrados, sendo 73

tubulares e 97 escavados, sendo os escavados construídos nas aluviões distribuídas ao longo das drenagens principais e os tubulares, em sua maioria (97%), construídos e distribuídos aleatoriamente nas rochas graníticas e o restante (3%) construído nos sedimentos.

O padrão estrutural a partir das atitudes de fraturas mostra que a área é intensamente fraturada, onde existem três sistemas de família preferencial N-S, E-W e NE-SW, sendo este padrão bem marcado pela direção da drenagem, mostrando a congruência entre drenagem e fraturas.

Quanto aos domínios hidrogeológico, temos 71 (42%) dos poços construídos no cristalino e 99 (58%) no sedimentar. Os parâmetros médios por domínio hidrogeológico são: para o sedimentar - profundidade de 10,7m, nível estático 2,7m e STD 436,4 mg/L; no cristalino - profundidade de 57,4m, nível estático 6,5m, nível dinâmico 39,1m, vazão 2,0m<sup>3</sup>/h, rebaixamento 32,6m e STD de 1.012,3 mg/L.

A partir dos dados cadastrados conclui-se que a construção dos poços iniciou-se em 1930, sendo que o maior número de poços foi construído nas décadas de sessenta e oitenta, fato este explicado pelos períodos de escassez (seca) nessas décadas e pela crescente ocupação do espaço físico.

Os poços nos sedimentos possuem profundidades entre 0,1 e 20m (poço raso), apresentando um nível estático sub-aflorante, em geral (55%) inferior a 2m. No cristalino os poços são classificados com mediantemente profundos (20-50m) e profundos (>50), com média de 54,5 m, e nível estático médio de 6,5m.

As vazões dos poços tubulares são baixas, já que 70% situa-se abaixo de 2 m<sup>3</sup>/h e, deste, 76% são inferiores a 1m<sup>3</sup>/h. A partir dos 37 dados de vazão associados a profundidade dos poços conclui-se que na área não existe uma relação direta de profundidade de poço e vazão.

Quanto a situação das obras de captação das águas subterrâneas, temos 83 (48,82 %) em uso, 40 (23,53 %) desativados, 40 (23,53 %) abandonados e 7 (4,12 %) não instalados.

A água subterrânea é destinada ao uso doméstico (58%), agricultura (18%), animais (2%), uso doméstico e agrícola (3 %), doméstico e indústria (1%), indústria (10%), múltiplo (1%) e recreação (7%).

Na avaliação geral verifica-se que as áreas que apresentam maior possibilidade de suprimento d'água e melhores condições para locação de novos poços estão na zona aluvionar, na porção norte ao longo do rio Pirapora e na porção sul no riacho Sapupara.

O trabalho obteve dados técnicos e gerou informações para um melhor conhecimento técnico científico dos aspectos hidrogeológicos na área estudada, congregando os fundamentos básicos para o uso e exploração racional das águas subterrâneas.

### Referências Bibliográficas

- CPRM, arquivo. 1967. Fotografias Aéreas, arquivo CPRM/REFO.
- SUDENE, 1984. *Folha topográfica*: Fortaleza (SA.24-Z-C-IV, Escala: 1:100.000).
- Köppen, W. 1948. *Climatologia, com um estudo de los climas de la tierra*. Version de Pedro R. Hendrichs, Fondo de Cultura Económica, México . 478p.
- Viana, N. O., 2005. Aspectos Hidrogeológicos na Região de Maranguape – Ceará. Relatório de Graduação, UFC, Ceará.
- CEARÁ, 1997. Atlas do Ceará, Geomorfologia. Fortaleza: IPLANCE.
- Medeiros, M. F., Souza, J. F., Araujo, C.C. & Andrade, F. T. B. (1995). *Diagnostico Geoeconômico – Maranguape. Programa de Administração Territorial – GATE*. Série Publicações Especiais. CPRM/REFO. Fortaleza – CE. 25p.
- Leite, F.A.B. & Marques., J.N. 1997. Solos. In: IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza: IPLANCE/SEPLAN.
- Brandão, R. L., 1995: *Mapa geológico da região metropolitana de Fortaleza. Escala 1:500.000. Sistema de informações para gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza – Projeto SINFOR CPRM/RFFO*. Fortaleza – Ce. 39p.

CEARÁ. 1994. Decreto N° 23.068, de 11 de fevereiro de 1994. Secretaria dos Recursos Hídricos. Legislação sobre sistemas dos recursos hídricos do Estado do Ceará. Fortaleza/CE, 133p.

Cavalcante, I.N. 1998. Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo/USP 156 p.