

CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS DA REGIÃO DE MARANGUAPE – CEARÁ, BRASIL

Itabaraci Nazareno Cavalcante¹; Nirlando de Oliveira Viana²; José Nogueira de Araújo Neto¹; Francisco Wladiston Cordeiros Dias³

RESUMO

O trabalho apresenta um estudo sobre as condições hidrogeológicas de uma área (72km²) localizada no município de Maranguape, sendo delimitada por um polígono de quatro vértices. Ele objetivou a caracterização hidrogeológica da área através do cadastro de poços e mapeamento dos sistemas armazenadores de água subterrânea, culminando com a elaboração de uma monografia exigida pelo Curso de Geologia da Universidade Federal do Ceará como requisito final para término de curso. A metodologia constou do levantamento bibliográfico, cadastro e elaboração de um arquivo dos dados de poços, confecção de mapas, etapas de campo, integração e interpretação dos dados e, por fim, a elaboração da monografia. Os sistemas aquíferos existentes para o armazenamento das águas subterrâneas são as zonas aluvionares (15km²), coberturas colúvio-eluviais (3km²) e o meio cristalino (54km²), representando 75% da área. A partir da individualização dos sistemas aquíferos, foram descritos os aspectos hidrogeológicos da área.

ABSTRACT

The work presents a study about the hydrogeologic conditions of an area (72km²) located at the Maranguape town, Ceará State, being delimited by a four vertices polygon, along the CE-065 road. The work had as objective a hydrogeologic characterization of the studied area, through wells catalogue. The methodology consisted of a bibliographic research, elaboration of a wells data archive, confection of maps, field stages, data integration and, finally, the elaboration of the final report. The existent hydrogeologic systems for the

¹ Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Geologia – UFC. Av. Humberto Monte, S/N, PICI. Fortaleza/CE. E-mail: ita@fortalnet.com.br.

² Mestrando do Curso de Geologia-UFC. Bolsista do CNPq/CT-Hidro – Brasil. E-mail: nirlandoviana@yahoo.com.br.

³ Mestre em Hidrogeologia-UFC. Pesquisador LABHI/ DEGEO-UFC. E-mail: Wladiston@yahoo.com.br.

groundwater storage are the alluvium zones (15km²), colúvio-eluviais coverings (3km²) and the cristaline (54km²), representing 75% of the area. From the individualization of the aquifer systems, the hydrogeologic aspects of the area were described of a simplified way.

Palavras - chaves: Hidrogeologia, Maranguape, Ceará.

1 - INTRODUÇÃO

Os estudos para caracterização dos sistemas aquíferos e conhecimento da utilização das águas subterrâneas vêm crescendo em todo o globo, devido à necessidade de buscar-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, escassez de água).

As águas, em geral, representam um papel de suma importância para a natureza. As águas subterrâneas, particularmente, são utilizadas para diversos fins, dentre eles no uso 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 presente trabalho aborda o estudo das águas subterrâneas nas zonas aluvionares, coberturas colúvio-eluviais e no meio cristalino, aspectos representativos de ocorrência das águas de subsuperfície na RMF.

2- LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área definida para estudo compreende um polígono de quatro vértices, coordenadas na tabela 01, com área de 72 km², posicionada na porção nordeste do município de Maranguape, Estado do Ceará – Nordeste do Brasil (Figura 01).

O acesso a área, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da Av. General Osório de Paiva, tomando em seguida a estrada estadual CE-065 em direção a Maranguape, percorrendo 20km até a sede municipal, dentro da área de trabalho.

Tabela 01. Vértices e suas respectivas coordenadas UTM da área.

VÉRTICES	A	B	C	D
Latitude (N)	9573100	9570600	9560200	9562723
Longitude (E)	0535400	0540400	0532600	0527600

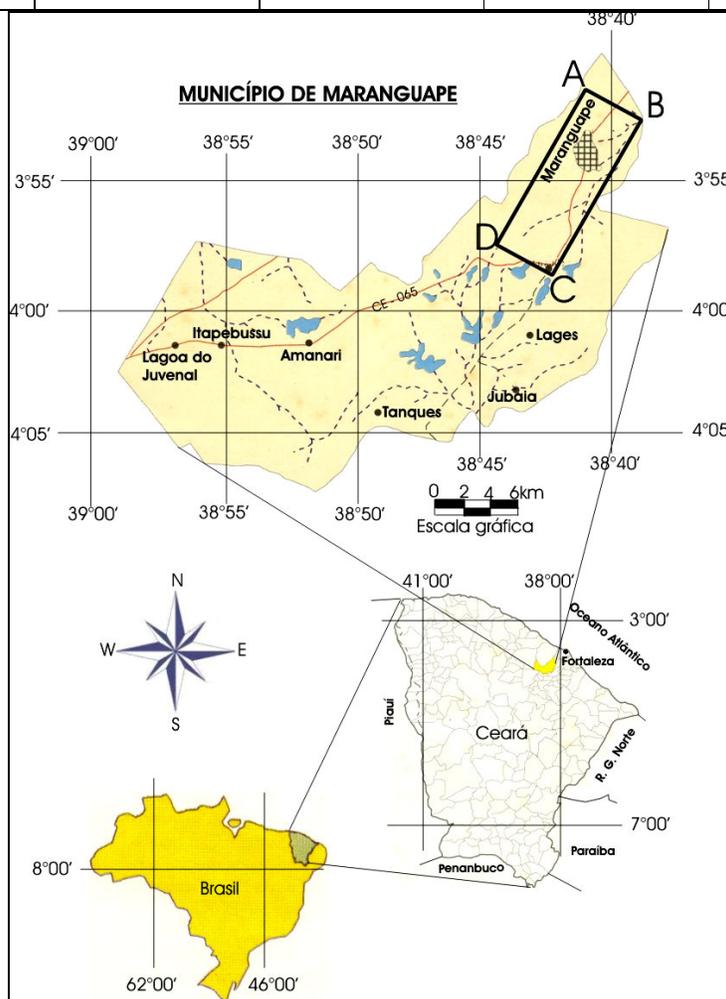


Figura 01- Mapa de Localização, Maranguape-Ceará.

3- OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivo geral a caracterização hidrogeológica da área de estudo, através do cadastro de poços e mapeamento hidrogeológico. Especificamente realizou-se: discussão dos aspectos geoambientais, geológicos, caracterização dos sistemas aquíferos, avaliação da situação atual das obras de captação, distribuição temporal dos poços e finalidade do uso das águas subterrâneas.

4- METODOLOGIA DE TRABALHO

Com base nos objetivos propostos para a realização do trabalho, os mesmos foram desenvolvidos seguindo as etapas descritas a seguir:

1ª-Levantamento Bibliográfico, etapa inicial realizada para adquirir conhecimentos e obter uma visão geral dos aspectos pertinentes ao desenvolvimento do trabalho;

2ª-Elaboração do Arquivo de dados, a partir do levantamento de poços existentes na área, junto aos órgãos públicos e particulares que atuam na construção de obras de captação para as águas subterrâneas e/ou possuem dados cadastrados. No presente trabalho não foi possível anexar o arquivo em função de número de páginas, sendo expostos os dados mínimos, médios e máximos dos parâmetros analisados, nos tópicos relevantes ao cadastro. O Arquivo de Dados é composto por 170 poços, onde em cada poço consta 25 parâmetros, onde temos nº de ordem, tipo de poço, nome e endereço do proprietário, data e executor da construção, coordenadas (UTM), domínio hidrogeológico, profundidade dos poços (m), tipo de revestimento, diâmetro do revestimento (\emptyset), altura da boca (m), nível estático (m), nível dinâmico (m), rebaixamento (m), vazão (m^3/h), capacidade específica [$(m^3/h)/m$], equipamento instalado, situação do poço, motivo de estar paralisado, finalidade, uso, condutividade elétrica ($\mu S/cm$ a $25^\circ C$), STD (mg/L) e fonte potencial de poluição;

3ª-Confecção de mapas preliminares, a partir da interpretação das fotografias aéreas na escala 1:25.000 (arquivo CPRM) [1], dos dados cartográficos na base topográfica da SUDENE (SA.24-Z-C-IV) Folha Fortaleza 1:100.000 [2] e dos dados dos pontos d'águas cadastrados, foram elaborados os mapas preliminares acerca da topografia, geologia e hidrogeologia na escala 1 : 30.000 que serviram de base para as etapas de campo;

4ª-Etapas de Campo, reconhecimento da área e verificação da acuracidade dos dados levantados a partir do cadastro de poços; obtenção de informações complementares e/ou cadastro de novos poços com a utilização de GPS; elaboração de um inventário dos poços cadastrados para a caracterização da situação atual das obras de captação. Mapeamento das unidades geológicas/hidrogeológicas estabelecidas nos mapas preliminares sendo que, no cristalino, foi avaliado o padrão estrutural considerando, sobretudo, os elementos estruturais rúpteis, sendo obtidas as medidas de atitudes de fraturas. Nos sedimentos foram observados seus aspectos gerais, modo de ocorrência na área e composição mineralógica;

5^a-Tratamento e Integração dos Dados, após o término das etapas anteriores, esta fase constou da integração e discussão de todos os dados obtidos com a utilização de alguns softwares. A partir do mapeamento em campo foi elaborado o mapa geológico básico, onde foram traçados os contados entre os litótipos mapeados (rochas graníticas, coberturas colúvio-eluviais e a zona aluvionar), bem como as direções de fraturas, e;

6^a- Elaboração do relatório final segundo as normas estabelecidas pelo Curso de Geologia da Universidade Federal do Ceará.

5- ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E GEOLÓGICOS

Neste item são descritos os aspectos geoambientais da área de estudo, que 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. Segundo a classificação de Köppen (1948) [3], o município de Maranguape possui os tipos climáticos *Am* e *Aw'*, sendo as áreas do tipo *Am* caracterizadas 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 no período de 1974 a 2003 (FUNCEME in VIANA, 2005) [4] os índices pluviométricos variaram, em média, entre a mínima de 7,95 mm (outubro) e a máxima de 277,41 mm (março), com média das precipitações 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 valores em torno de 22°C.

A partir do cálculo do balanço hídrico (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) [4].

Geomorfologicamente o município de Maranguape apresenta duas grandes formas de relevo: Maciço Residual e Depressão Sertaneja. A serra de Maranguape enquadra-se na categoria de Maciço Residual, onde a mesma está embutida numa superfície pediplanada circundante, a qual foi denominada de Depressão Sertaneja, de acordo com o Atlas do Ceará (CEARÁ, 1997) [5].

A vegetação, de acordo com Medeiros *et al.* (1995) [6], é diferenciada nas serras e nos baixios, como conseqüência 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, onde nas serras existem os solos podzólicos vermelho-amarelos eutróficos e litólicos eutróficos, e para as Depressões Sertanejas tem-se os solos planossolos solódicos e solos aluviais; e capeando toda a área, existem os terrenos fluviais (LEITE & MARQUES, 1997) [7]. 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, a região apresenta uma carência de água para determinadas áreas em épocas de estiagem devido à falta de um planejamento adequado dos seus recursos hídricos. De acordo com Medeiros *et al.* (1995) [6], o município é constituído por duas sub-bacias hidrográficas: Maranguape, com uma área drenada de 223,8km² e Baú com 241,6km². As principais drenagens superficiais são representadas pelos rios Maranguape, Baú e Água Verde, além dos riachos Amanari, Tangueira, Pirapora e da Cruz, sendo observado 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 o mapeamento geológico da Região Metropolitana de Fortaleza realizado por Brandão (1995) [8], e dos dados coletados em campo no presente trabalho, tem-se que a seqüência lito-estratigráfica é representada por rochas cristalinas do Pré-Cambriano na sua porção basal, denominado de Complexo Granitóide Migmatítico, as vulcânicas alcalinas no Terciário, as coberturas colúvio-eluviais, Tércio-Quaternárias e as zonas aluvionares, no topo de idade Quaternária (Figura 03).

Os Granitóides migmatíticos são representados por um domínio de granitos, onde no campo foram individualizados três litotipos: sienogranitos, monzogranitos e granodioritos. Vulcânicas alcalinas, classificadas como fonólitos, apresentam-se na forma de pequenos diques. As coberturas colúvio-eluviais são sedimentos areno-silto-argilosos, alaranjados e/ou avermelhados, de granulação fina a média, por vezes mais grosseiras, e as zonas aluvionares são constituídas por areias, cascalhos, por vezes siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica.

O estudo das feições estruturais nos afloramentos na área foi dificultado pelo fato de boa parte destes estarem em processo de alteração. O trabalho 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.

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 Figura 02 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.

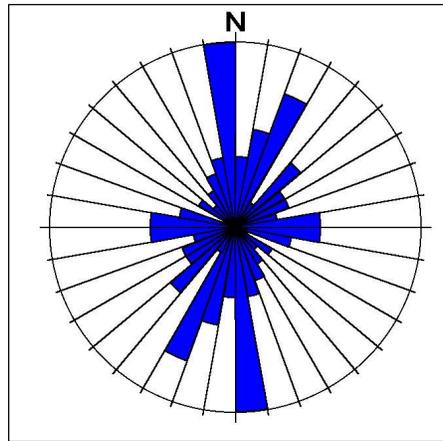
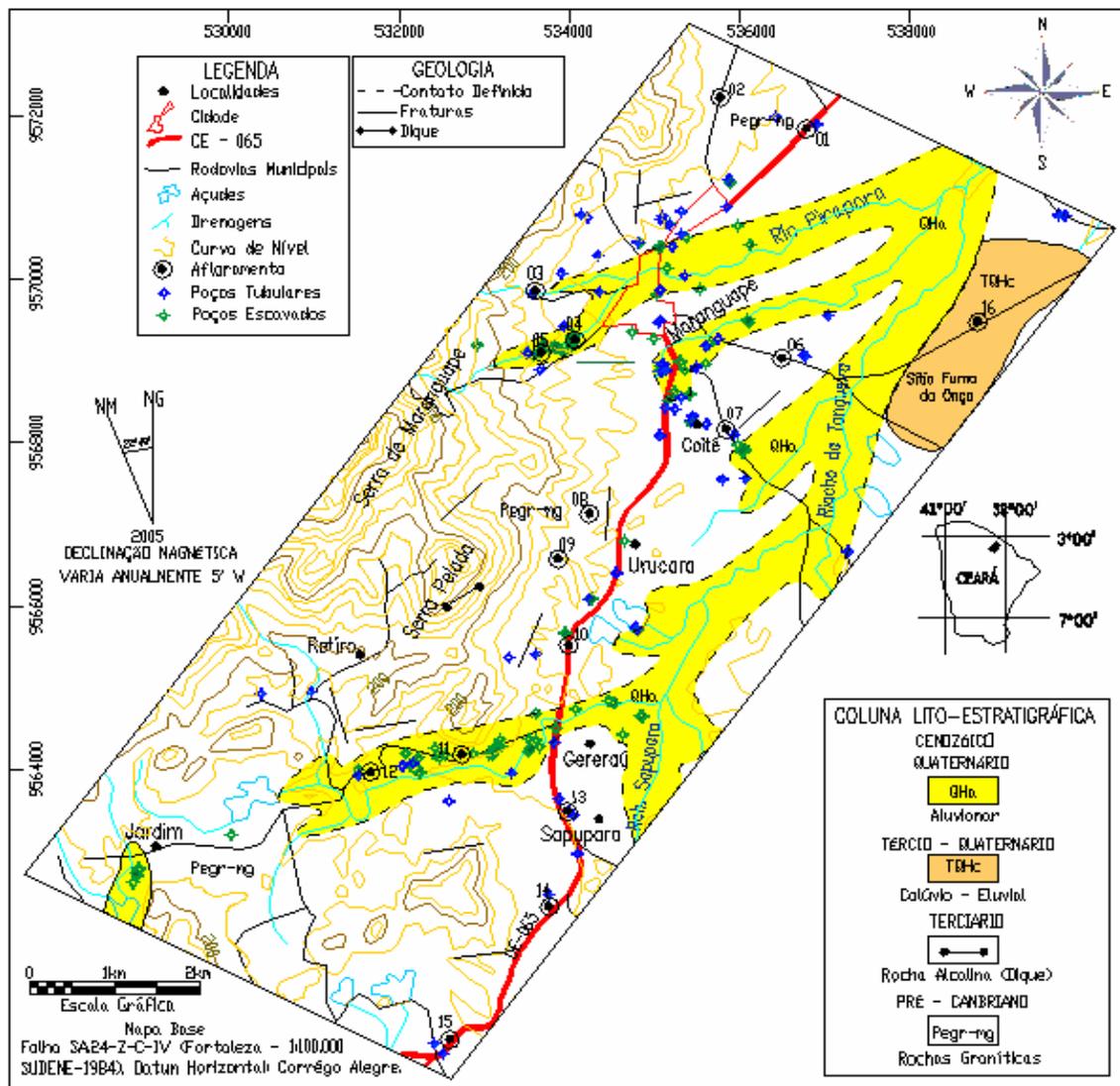


Figura 02 - Diagrama de fraturas da área de estudo (88 medidas).



Fonte: Viana, 2004

Figura 03 - Geologia e a distribuição dos poços cadastrado na área de estudo, Maranguape – Ceará, Brasil.

6- ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

As águas subterrâneas são as mais abundantes no planeta. Pelo fato das águas superficiais serem visíveis, muitas pessoas imaginam que esta é a maior fonte de abastecimento de água. Na verdade, as águas subterrâneas representam um pouco mais de 97% da água doce disponível no planeta, portanto, menos de 3% representam as águas superficiais.

A água subterrânea é importante não só pelo fato de sua quantidade e de ser essencial à vida, mas por ser, muitas vezes, a única fonte hídrica a ser captada, 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.

A região Nordeste do Brasil é representada geologicamente por 75% de rochas cristalinas (rochas ígneas e metamórficas), sendo a porcentagem restante constituída por rochas sedimentares.

A área de desenvolvimento deste trabalho está totalmente inserida no contexto cristalino, conhecido hidrogeologicamente como de baixa vocação aquífera comparado as formações armazenadoras de água sedimentares.

6.1 - Sistemas Hidrogeológicos

A partir do cadastro dos poços da área estudada, com cento e setenta (170) poços, foi realizada a classificação por sistemas hidrogeológicos: meio cristalino (71 poços) e sedimentar (99 poços).

Levando-se em consideração a área de estudo e a individualização dos sistemas aquíferos, temos a relação do número de poços e a área de ocorrência de cada sistema, relacionados aos parâmetros dos poços, tais como: profundidade, nível estático (NE), nível dinâmico (ND), vazão (Q) e capacidade específica (Tabela 02).

A média das profundidades dos poços na área é diferenciada entre os sistemas, sendo no sedimentar observada média de 20% mais baixa que a do cristalino

(57,4m). O nível estático no sedimentar é sub-aflorante, freático, em média de 2,7m, e no cristalino de 6,5m.

Tabela 02 - Principais parâmetros dos poços associados aos sistemas hidrogeológicos da área de estudo.

PARÂMETROS MÉDIOS	SISTEMA HIDROGEOLÓGICO			
	Sedimentar	* N° D	Cristalino	* N° D
Prof. 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 ³ /h)	-	-	2,0	37
Cap.especifica [(m ³ /h)/m]	-	-	0,12	36
STD (mg/L)	436,4	78	1.012,3	19
N° de poços	99	-	71	-
Área de ocorrência (km ²)	18	-	54	-

* - Número de dados utilizados – N° D.

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 depende de maquinaria pesada, onde o metro do poço tubular em média custa R\$ 100,00; sendo a profundidade média dos poços de 57,4m, isto resulta em um investimento médio de R\$ 5.740,00 por poço; no sedimentar a profundidade média é de 10,7m, e para poços escavados o pré-moldado de 1,20m de diâmetro por 0,50m de altura custa, em média, R\$ 25,00; assim, neste caso, serão usados 22 pré-moldados (R\$ 550,00), e levando quatro dias de serviço (diária de serviço a R\$ 90,00 (3 homens)), temos um custo de R\$ 360,00, o que resulta em um custo total de R\$ 910,00, representando 15% do custo para construção do poço tubular no cristalino.

6.1.1 - Meio Cristalino

Para este sistema foi considerado o embasamento cristalino representado pelo Complexo Granitóide–Migmatítico (BRANDÃO, 1995) [8], domínio de

ortognaisses graníticos e migmatitos diversos freqüentemente encerrando lentes anfíbolíticas. Representa o maior contexto territorial na área, ocupando 54 km² (75 %).

O cristalino 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) [10].

Sendo assim, 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.

Vale ressaltar que no cristalino sem a influência dos processos tectônicos que propicie a existência de fraturas abertas, com porosidade e permeabilidade primárias pequenas (cerca de 1%) ou praticamente nulas, o mesmo é incapaz de armazenar ou liberar água.

A recarga desta zona aquífera 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.

O número de obras de captação das águas subterrâneas no meio fraturado é de 71 poços tubulares (41,76%), 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 sã 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 metros, com média de 54,5 metros, sendo que 45,9% variam de 20,1 a 50 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) [9] (FIGURA 04). Dos 71 poços, 38 apresentam dados de nível estático que variam de 0,1 a 26 metros, com média de 6,5 metros. Existem 37 dados de nível dinâmico, onde observa-se que variam de 7 a 96, com média de 39,1 metros (FIGURA 05). O rebaixamento é a diferença do nível dinâmico e o nível estático, variando de 6,6m a 76m, com média de 32,74m.

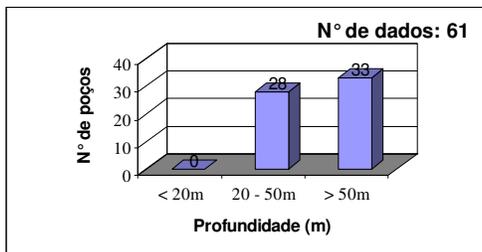


Figura 04 – Profundidade dos poços no cristalino, Maranguape - Ceará.

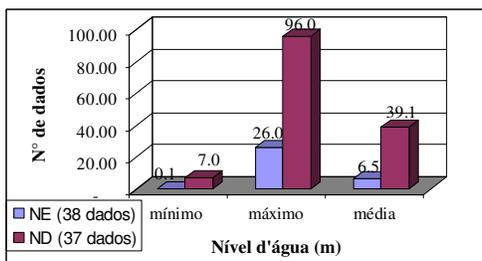


Figura 05 - Níveis estático e dinâmico dos poços do cristalino, Maranguape - CE.

O meio fraturado apresenta pequenas vazões, que depende intrinsecamente do padrão de fraturamento e de recarga hídrica. Dos 37 dados de vazão, observa-se que a mínima é de 0,2 m³/h e máxima de 14,4 m³/h..

Na Figura 06, observa-se que os poços com as maiores profundidades apresentam vazões abaixo de 2 m³/h e, para as vazões acima de 2,2 m³/h, chegando a 14,4 m³/h, os poços possuem profundidade média de 50m, chegando a 62,6m, mostrando-se que a média das vazões (2,0 m³/h) dos poços não tem uma relação direta com a profundidade no meio cristalino e sim, dependente da presença de fraturas interconectadas e recarga.

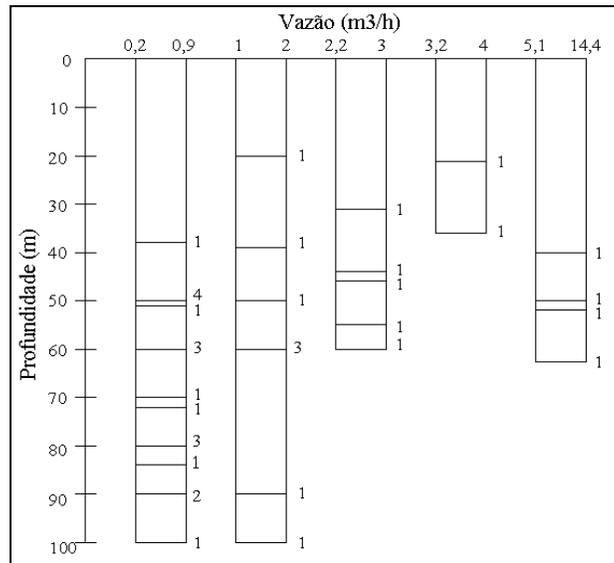


Figura 06 – Relação dos dados de profundidade do poço (m), vazão (m³/h) e número de poços existentes por intervalo de profundidade (números do lado direito de cada coluna), na área.

6.1.2 - Meio Sedimentar

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

6.1.2.1- Coberturas colúvio-eluviais

Este sistema 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 3km² (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 desse sistema 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.

6.1.2.2- Zona Aluvionar

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, constituindo 15km² (21%) da área de estudo, representando uma fonte alternativa de abastecimento de água para diversos fins.

Este sistema aquífero ocorre margeando as calhas das principais drenagens que cortam a área, formado por um pacote sedimentar pouco espesso e apresentando porosidade primária. Normalmente as zonas aluvionares apresentam altas permeabilidades e porosidades que compensam as pequenas espessuras. Devido a falta de dados de vazão dos poços captando água nesse sistema não podemos apresentar intervalos de vazões, 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.

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, op. Cit.) [9].

A recarga desse sistema 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 sistema ainda é um pouco prejudicada, pois não existem dados de vazão, nível dinâmico, capacidade específica e rebaixamento.

Dos 89 dados de nível estático, temos que no geral, oscilam predominantemente abaixo de 3 m (76,40%), com mínimo 0,50 m e máximo de 8 m, com média de 2,7m, refletindo um posicionamento sub-aflorante, representando aquíferos freáticos livres, ou seja, o limite superior de saturação está submetido unicamente a pressão atmosférica. A maneira como a água flui por esse meio está relacionada diretamente com as dimensões das partículas.

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 $9m^3$ ($V=3,14 \times 0,60^2 \times 8$) e multiplicando-se pelo número de poços escavados (87), totaliza-se um volume de água armazenado de $783m^3$ ($9 m^3$ do poço \times (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. Fato esse explica a falta de dados de construção dos poços escavados e a ausência de critérios técnicos construtivos pode gerar uma fonte potencial de poluição.

7- SITUAÇÃO ATUAL DE EXPLOTAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na situação dos poços foi possível identificar, à partir do arquivo de dados: 83 (48,82 %) em uso, 40 (23,53 %) desativados, 40 (23,53 %) abandonados e 07 (4,12 %) não instalados (TABELA 03).

Tabela 03 - Situação atual dos poços cadastrados na área de estudo.

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

Fonte: Viana, 2004

De acordo com os dados da Tabela 03, 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 uma maior interesse e responsabilidade com os mesmos.

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) e 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 exploradas 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 sistemas aquíferos da área (Tabela 04), 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.

Tabela 04 - Situação atual dos poços com o sistema hidrogeológico da área.

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 tem 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 ($Q < 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$).

8. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS POÇOS

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 (84,70%) 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 sessenta e oitenta, fato este associado aos períodos de escassez e a ocupação do espaço físico (Figura 07).

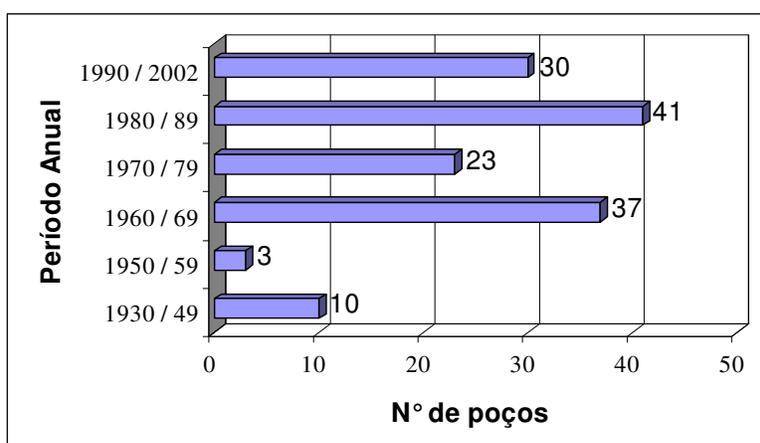


Figura 07 - Evolução temporal da construção dos poços na área.

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

9 – 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, confirmando o controle da drenagem à partir da direção das fraturas.

Quanto aos sistemas hidrogeológico, temos 71 (42%) dos poços construídos no cristalino e 99 (58%) no sedimentar. Os parâmetros médios por sistema hidrogeológico são: para o sistema 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 2,0m³/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 no sedimentar 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 m³/h e, deste, 76% estão abaixo de 1m³/h. A partir dos 37 dados de vazão associados a profundidade dos poços concluí-se que na área não existe uma relação direta de maiores profundidades com vazões elevadas.

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 da área verifica-se que as áreas que apresentam maior possibilidade de suprimento d'água e melhor 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 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.

10. BIBLIOGRAFIA

- [1] - CPRM, arquivo. 1967. Fotografias Aéreas, arquivo CPRM/REFO.
- [2] - SUDENE, 1984. *Folha topográfica*: Fortaleza (SA.24-Z-C-IV, Escala: 1:100.000).
- [3] - KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia, com um estúdio de los climas de la tierra*. Version de Pedro R. Hendrichs, Fondo de Cultura Econômica, México . 478p.
- [4] - VIANA, N. O., 2005. Aspectos Hidrogeológicos na Região de Maranguape – Ceará. Relatório de Graduação, UFC, Ceará.
- [5] - CEARÁ, 1997. Atlas do Ceará, Geomorfologia. Fortaleza: IPLANCE.
- [6] - MEDEIROS, M. F., SOUZA, J. F., ARAÚJO, C.C. & ANDRADE, F, T. B. (1995). *Diagnostico Geoeconômico – Maranguape. Programa de Administração Territorial – GATE*. Série Publicações Especiais. CPRM/REFO. Fortaleza – CE. 25p.
- [7] - LEITE, F.A.B. & MARQUES.1997, J.N. Solos. In: IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza: IPLANCE/SEPLAN.
- [8] - 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.
- [9] - CEARÁ. 1994. Decreto Nº 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.
- [10] 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.