

AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CAUCAIA – REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA, CEARÁ

*Luis Carlos Bastos Freitas¹, Itabaraci Nazareno Cavalcante², Diolande Ferreira Gomes³,
Maria da Conceição Rabelo Gomes⁴ & João Thiago Viana Maia⁵*

RESUMO - O presente trabalho faz parte de um Relatório de Graduação desenvolvido no Curso de Geologia da Universidade Federal do Ceara e objetiva fazer uma avaliação sobre os aspectos hidrogeológicos de uma área localizada no município de Caucaia, pertencente à Região Metropolitana de Fortaleza, possuindo 53 km², onde está localizada a sede municipal do município. O cadastro de poços elaborado a partir das fichas dos poços adquiridas em órgãos públicos, firmas privadas e em cadastro em campo, constataram a existência de 649 poços na área de pesquisa, construídos de 1930 a 2001. A partir deste cadastro e da correlação com os perfis existentes, foi possível a identificação e individualização de 05 (cinco) sistemas hidrogeológicos: Cristalino, Barreiras, Misto Barreiras/Cristalino, Dunas/Paleodunas e Misto Aluvionar/Cristalino. O Sistema Hidrogeológico Cristalino apresenta a melhor vocação hidrogeológica na área, com vazão média de 5,1 m³/h.

ABSTRACT - The present work is a Graduation Report in Geology and aims to make an evaluation on the hidrogeological aspects and the quality of underground waters from an area located in the town of Caucaia, which belongs to the Metropolitan Region of Fortaleza, measuring 53 km², where is located the seat of the borough. The register of wells elaborated from the files of the wells acquired at the public institutions, private firms and in field register, had evidenced the existence of 649 wells in the area of research, built in the period of 1930 and 2001. From this register and the correlation with the existing profiles, it was possible the identification and individualization of 05 (five) hidrogeological systems: Crystalline, Barreiras, Barreiras/Crystalline Mixed, Dunes/Paleodunes and Aluvionar/Crystalline Mixed. The Crystalline Hidrogeological system shows the best hidrogeological vocation in the area, with an outflow average of 5.1 m³/h.

Palavras-Chave: Hidrogeologia, Caucaia.

1.0. INTRODUÇÃO

No Brasil os recursos hídricos disponíveis são abundantes, mas nem sempre bem distribuídos ou bem utilizados. A procura pela água subterrânea vem crescendo rapidamente em todo o mundo estimulada não só pela degradação da água superficial, mas também por seus próprios atributos como, por exemplo, boa qualidade e baixo custo (Freire *et al.*, 2001). Estima-se que 51% do suprimento de água potável do Brasil sejam oriundos de água subterrânea.

O Ceará possui um regime pluviométrico marcado por uma extrema irregularidade de chuvas. Esse fato condiciona uma incipiente vida econômica que se desestrutura por completo quando as chuvas não ocorrem, agravando as já precárias condições sociais.

Este trabalho foi desenvolvido em uma área inserida no município de Caucaia, localizado na Região Metropolitana de Fortaleza. Foi escolhida para este estudo por diversos motivos, dentre eles, por se tratar de uma área que vem crescendo muito nos últimos anos, aumentando a procura pela água subterrânea para utilização em fins domésticos, industriais e agrícolas, e também por apresentar uma ausência maior de pesquisas referentes as águas subterrâneas.

1.1. Localização e Acesso

A área está localizada no município de Caucaia, pertencente à Região Metropolitana de Fortaleza no Estado do Ceará, mais precisamente a oeste de Fortaleza, localizada na carta topográfica da SUDENE, Fortaleza (SA.24-Z-C-IV), entre as coordenadas UTM 9592800 e 9586000 de latitude Sul e de 532200 a 539900 de longitude Oeste de Greenwich, abrangendo parte da sede municipal.

É servida por rodovias de prefixos estaduais, entre elas a CE-085 e a CE-117 que liga Caucaia a praia de Icaraí. O acesso à área, a partir de Fortaleza, pode ser realizado através da CE-085, denominada Sol Poente ou Estruturante, da BR-222 e da BR-020, percorrendo-se, em média, 15 km; outras estradas carroçáveis dão acesso a maior parte da área (Figura 01).

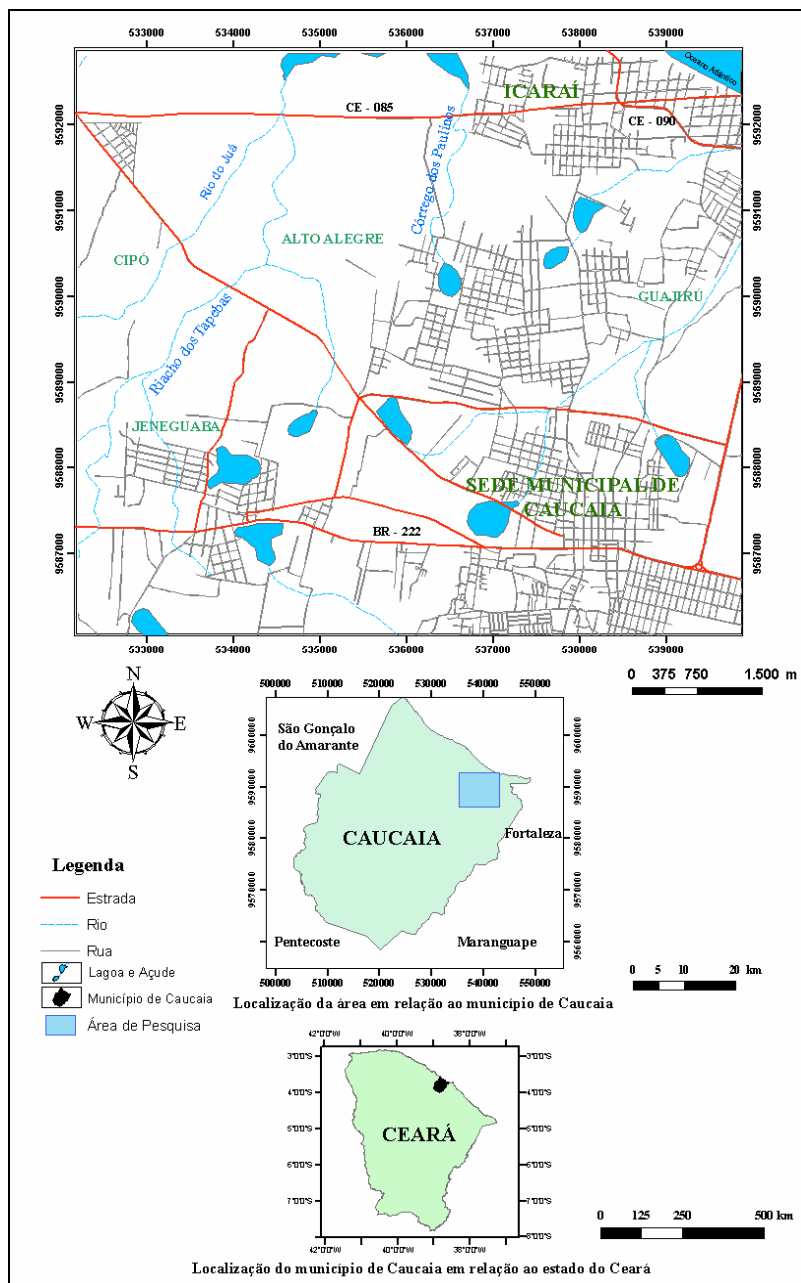


Figura 01 - Localização da área de estudo

2.0. METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia adotada foi desenvolvida sistematicamente, iniciando com o levantamento bibliográfico sobre a área de estudo, constando do levantamento de dados referentes à geologia, hidrogeologia, aspectos geoambientais e socioeconômicos, além de mapas temáticos. Esses dados serviram para um melhor conhecimento das características da região, ajudando na elaboração das bases preliminares de trabalho.

As etapas de campo foram realizadas sistematicamente de acordo com o desenvolvimento do trabalho. Inicialmente foi realizada a identificação e registro dos poços com a obtenção de dados que estavam incompletos ou ausentes nas fichas técnicas dos mesmos, além de medidas de nível estático utilizando-se de medidores de nível Jacire (100m) e Solinst (50 m).

A localização dos poços pode ser realizada a partir dos dados contidos no cadastro de poços e com a ajuda de um aparelho receptor de sinais GPS da marca Garmim Etrex.

2.0. HIDROLOGIA

➤ Águas Superficiais

A área em estudo está inserida na Bacia Hidrográfica Metropolitana e apresenta como principais drenagens os riachos do Juá e Tapeba. Os principais espelhos d'água presentes são açude Camarupim (Figura 02), as lagoas de Pabussu (Figura 03), Capuan (Figura 04) e Jeneguaba (Figura 05).

Segundo a CAGECE (2003), 31% (28.436 habitantes) da população urbana do município são atendidas com água oriunda dos açudes Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio, possuindo um total de 17.083 ligações ativas.



Fonte: www.googleearth.com

Figura 02 – Vista aérea do açude Camarupim



Fonte: www.googleearth.com

Figura 03 – Vista aérea da lagoa Pabussu



Fonte: www.googleearth.com

Figura 04 - Vista aérea da lagoa Capuan



Fonte: www.googleearth.com

Figura 05 - Vista aérea da lagoa Jeneguaba

➤ **Águas subterrâneas**

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície, preenchendo os poros, ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas das rochas cristalinas, e que sendo submetida às forças de adesão e de gravidade desempenham um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos (ABAS, 2006).

Segundo Cavalcante (1998), existe quatro (04) sistemas aquíferos na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), representados pelas Dunas/Paleodunas, Barreiras, Aluviões e Meio Cristalino. As Dunas/Paleodunas constituem um sistema aquífero único, em função das características litológicas e hidrodinâmicas similares, impossibilitando uma nítida distinção a nível regional.

Quanto ao Sistema Cristalino, Cavalcante (op. Cit.) afirma que os poços tubulares existentes neste contexto possuem profundidades variáveis de 30 a 80 metros, predominando de 50 a 60 metros. Na área pesquisada, dos 133 dados referentes ao nível estático e rebaixamento do nível d'água dos poços, o nível estático oscila, predominantemente, entre 0,7 e 15 metros (96,3%), com mínimo de 0,7 m, máximo de 47 m e média de 6,0 m e o rebaixamento varia entre 5 e 35 metros (78,9%).

As Dunas/Paleodunas, no geral, repousam sobre os sedimentos da Formação Barreiras ou sobre manchas aluvionares e possuem como característica básica uma dupla função hidrogeológica, refletida no funcionamento do sistema como aquífero principal e aquífero de transferência do potencial hídrico para unidades sotopostas, a exemplo das Barreiras, é composto por areias pouco consolidadas e extremamente homogêneas, finas a médias, com diâmetro efetivo predominando entre 0,15 a 0,25 mm e espessuras entre 10 - 25 metros (Cavalcante, 1998).

Segundo Cavalcante (op. cit), a Formação Barreiras possui espessuras normalmente inferiores a 60 metros, predominando de 40 a 50 metros. Apresenta expressiva variação litológica representada por intercalações de níveis arenosos, sílticos e síltico-argilosos que refletem diferentes condutividades hidráulicas, tanto vertical quanto horizontalmente. Bianchi et al. (1984) estimaram para este sistema uma condutividade hidráulica de $1,8 \times 10^{-6}$ m/s, refletindo mais as características de um aquífero.

Quanto as Aluviões, caracterizam-se por constituírem aquíferos livres, com espessuras de poucos a até 15 metros e nível estático sub-aflorante (inferior a 2 metros), não existindo dados hidrodinâmicos no âmbito da RMF. São representados por sedimentos de granulometria muito fina, freqüentemente intercalados com níveis argilosos e orgânicos, derivados de uma

ação erosiva sobre rochas sedimentares e migração de partículas das zonas de mangue (Cavalcante, op. cit).

3.0. SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS

Foram abordadas neste item as características dos sistemas hidrogeológicos existentes na área, ressaltando, também, algumas características das propriedades hidrodinâmicas e técnico-construtivas dos poços, além de uma breve explanação sobre as condições atuais dos poços tubulares da área.

A individualização e identificação dos sistemas hidrogeológicos teve como base os critérios hidrogeológicos obtidos a partir do cadastro geral de poços tubulares, pesquisa bibliográfica e correlação entre perfis existentes.

Foi realizada a individualização de 05 (cinco) sistemas hidrogeológicos: Cristalino, Barreiras, Misto Barreiras/Cristalino, Dunas/Paleodunas e Misto Aluvionar/Cristalino.

Sistema Hidrogeológico Cristalino

Este sistema aflora em cerca de 30% da área, possuindo 32 poços captando-o exclusivamente. São considerados poços captando este sistema os que estão localizados sobre as rochas cristalinas aflorantes, ou interceptarem outros litotipos nos primeiros metros, mas não possuem filtros localizados nestes.

A capacidade das rochas cristalinas de armazenarem e cederem água está intimamente ligada à intensidade, abertura e interconexão da rede de fraturas, possuindo valores muito pequenos quando comparadas às rochas sedimentares. Assim, este meio é considerado um domínio hidrogeológico heterogêneo e anisotrópico, onde o armazenamento e o fluxo de água dependem de porosidade e permeabilidade secundárias.

Geralmente os poços construídos nesse sistema tendem a fornecer pequenas vazões. A boa produtividade das obras neste sistema está ligada a condicionantes de recarga, a exemplo de um espesso manto de intemperismo e interceptação de cursos d'água por fraturas.

A porosidade primária neste sistema é normalmente inferior a 1% e a condutividade hidráulica é menor do que 10^{-5} m/s (Cavalcante, 1998).

Como exemplo, temos o poço nº 562 (Figura 06) localizado na sede municipal de Caucaia e que intercepta 15m de siltito, mas não apresenta nenhum filtro localizado neste litotipo, até mesmo pela péssima vocação hidrogeológica do mesmo. Os filtros localizados na rocha cristalina foram necessários possivelmente pelo grau de alteração da mesma.

Apesar de, no geral, as rochas cristalinas apresentarem pequena vocação hidrogeológica, na área pesquisada, esse sistema apresenta uma melhor produtividade em relação aos demais, possuindo vazão média de 5,1 m³/h.

Sistema Hidrogeológico Barreiras

Os sedimentos da Formação Barreiras correspondem à unidade de maior exposição na área pesquisada, ocupando uma área aflorante de 33,4 km² (63,7%).

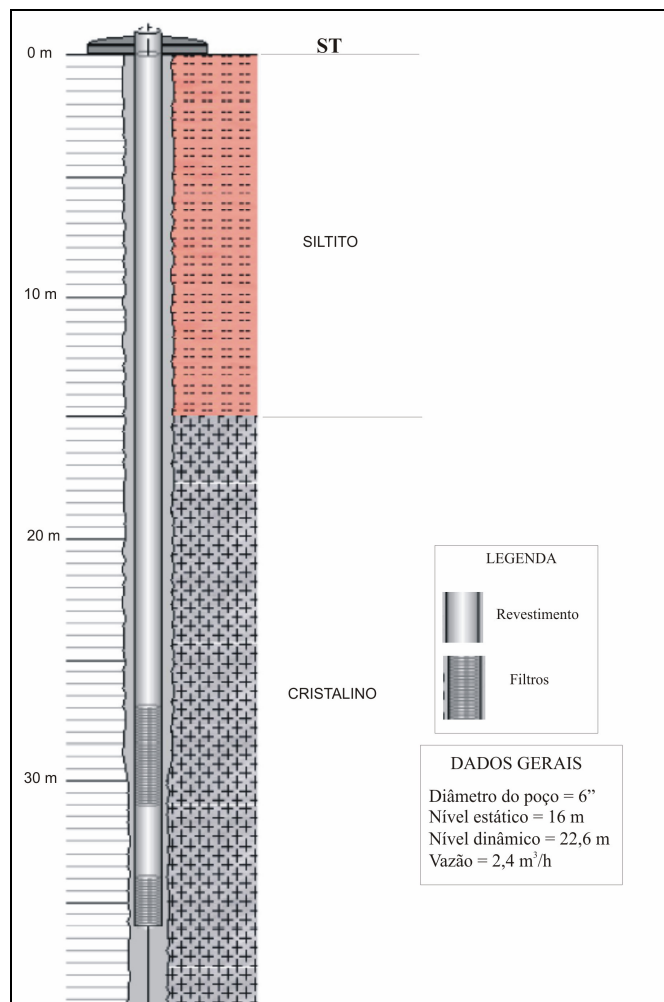
Na área, o Sistema Hidrogeológico Barreiras apresenta pouca produtividade por ser composto principalmente por sedimentos argilosos e areno-argilosos. Segundo a correlação de perfis de poços localizados nas porções SW, SE, Leste, Norte e Central da área, ele não ultrapassa os 28m de espessura e tende a aumentar gradativamente das extremidades Sul, Leste e Oeste para o centro da área. A menor espessura na área encontra-se na porção SW.

Com isto, podem ser considerados poços captando exclusivamente o Sistema Hidrogeológico Barreiras aqueles que se encontram na parte central da área sobre a Formação Barreiras aflorante e não superam os 28m de profundidade.

Existe um único poço tubular cadastrado (poço n° 426) captando unicamente este sistema e que possui perfil litológico. A partir deste, e com a correlação entre outros perfis existentes, estima-se que 34 poços capturem água exclusivamente deste sistema.

O poço n° 426 (Figuras 07 e 08), que fica na localidade Mestre Antônio (parte central da área), possui dois piezômetros instalados e intercepta uma variação de sedimentos arenosos e areno-argilosos do Barreiras. Possui um diâmetro de 6” e uma profundidade de 28 m, vazão de 0,2 m³/h e uma capacidade específica de 0,01 [(m³/h/m)].

Os baixos valores de condutividade hidráulica do Sistema Barreiras já haviam sido apresentados por Bianchi *et al.* (1984) que estimaram um valor de $1,8 \times 10^{-6}$ m/s, refletindo uma limitação na sua capacidade de armazenamento, refletindo mais as características de um aquífero, ou seja, uma formação geológica que possui porosidade e permeabilidade baixas, transmitindo água lentamente, ficando a armazenagem de água restringida a seus níveis mais arenosos. A vazão média dos poços cadastrados neste sistema na área de pesquisa é de 2,0 m³/h.



Fonte: CPRM (modificado)

Figura 06 - Perfil litológico do poço nº 562 captando o Sistema Hidrogeológico Cristalino – Caucaia, Ceará



Legenda : 1 - Poço tubular , 2 - Piezômetros

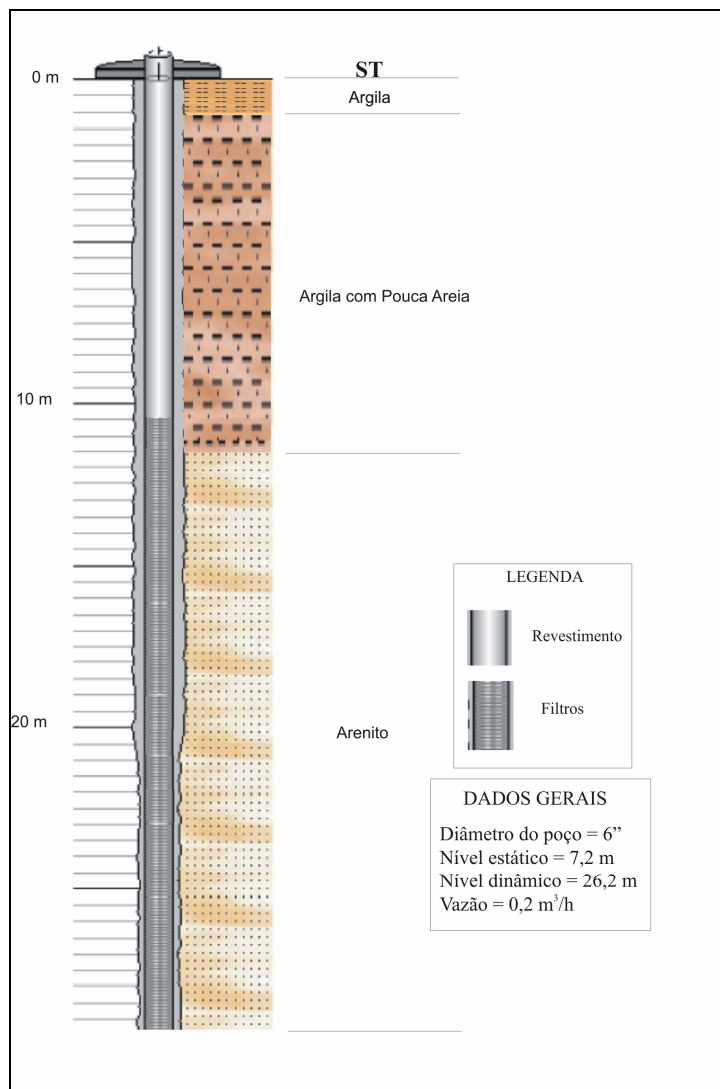
Figura 07 – Poço nº 426 e piezômetros. Localidade Mestre Antônio, Caucaia – Ceará (Foto em 29/11/2006).

Sistema Hidrogeológico Misto Barreiras/Cristalino

São considerados como poços captando o Sistema Hidrogeológico Misto Barreiras/Cristalino, aqueles que foram construídos sobre o Barreiras, porém que penetram o Cristalino. Estimando que a espessura média do Barreiras na área não ultrapassa os 28m, considera-se que os poços com profundidade superiores a essa se enquadram nessa classificação.

Dos 649 poços cadastrados 513 estão sobre o Barreiras aflorante. Deste total de poços, 376 possuem profundidades superiores a 28m, podendo ser considerados como poços captando o Sistema Hidrogeológico Misto Barreiras/Cristalino. Estes poços possuem profundidades de até 76m e médias de profundidade e vazão de 43m e 4,4 m³/h, respectivamente.

O poço nº 267 (Figura 09), localizado no setor norte da área, foi construído pela SOEC e possui profundidade de 56m, nível estático de 2m, nível dinâmico de 33m, e vazão de 4,80 m³/h. Possui diâmetro de 6” e é revestido até os 26m, possuindo filtros localizados nos intervalos de 6 a 8m, interceptando sedimentos arenosos e areno-argilosos da Formação Barreiras e entre 23 – 26m interceptando uma pequena camada de arenito fino do Barreiras e, após 26m, penetrando na rocha cristalina.



Fonte: CPRM (modificado)

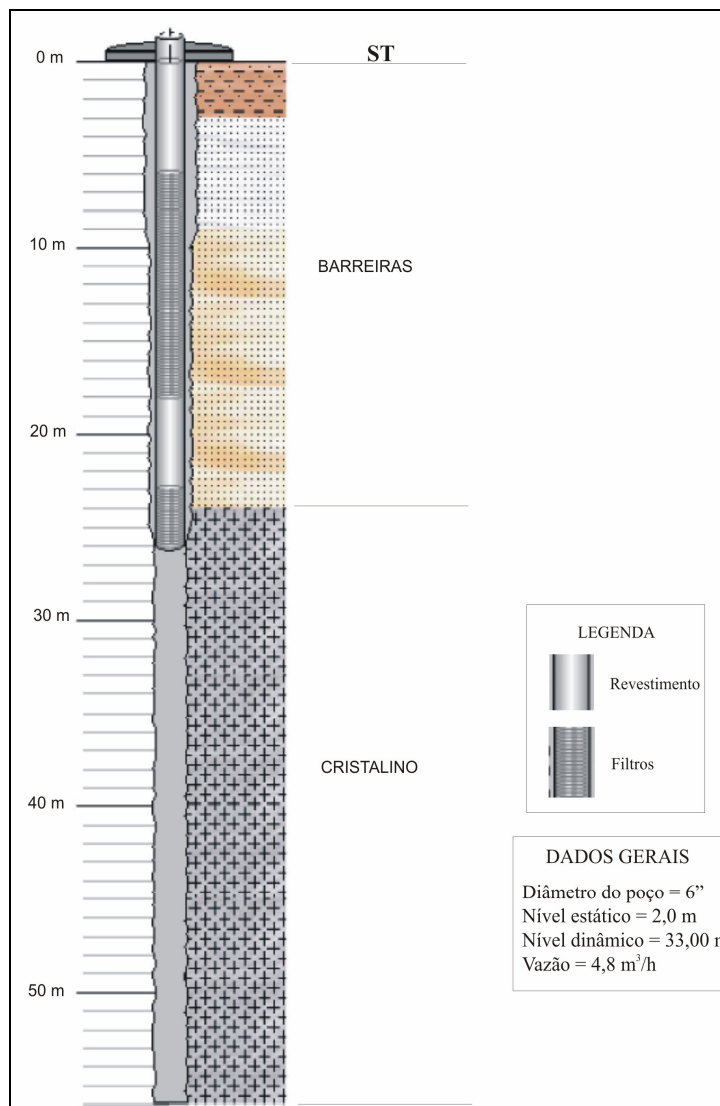
Figura 08 - Perfil litológico do poço nº 426 captando o Sistema Hidrogeológico Barreiras – Caucaia, Ceará

Sistema Hidrogeológico Dunas/Paleodunas

Na porção litorânea, os campos de dunas e paleodunas dispõem-se segundo a direção SE –NW sobrepostos aos clásticos da Formação Barreiras.

De acordo com Bianchi *et al.* (1984) e Cavalcante (1998), as dunas e paleodunas constituem um único sistema aquífero, já que não há diferenças litológicas significantes entre esses depósitos arenosos, evitando, portanto, uma separação hidráulica.

Em face da inexistência de perfis de poços na porção nordeste da área, torna-se difícil afirmar quais os poços que captam exclusivamente este sistema e, conseqüentemente, qual a sua espessura média.



Fonte: CPRM (modificado)

Figura 09 - Perfil litológico do poço nº 267 captando o Sistema Hidrogeológico Misto Barreiras/Cristalino – Caucaia, Ceará

Segundo Cavalcante (1998), na RMF, as Dunas/Paleodunas possuem espessuras variando entre 10 - 25m. Neste contexto serão considerados poços captando o Sistema Hidrogeológico Dunas/Paleodunas, exclusivamente, os que estão sobre as Dunas e Paleodunas aflorantes e que não ultrapassam os 25m de profundidade. Esse sistema abrange cerca de 5,3% da área, estando localizado na porção nordeste. Dos 99 poços cadastrados que estão sobre as Dunas e Paleodunas aflorantes, apenas 6 possuem profundidades até 25m, podendo ser considerados como poços captando exclusivamente o Sistema Hidrogeológico Dunas/Paleodunas, apresentando vazão média de 2,0 m³/h. Dos demais poços, 7 não possuem dados sobre profundidade e 86 possuem profundidades variando de 25,1 a 62m, não sendo possível identificar exatamente de qual sistema hidrogeológico estes poços captam água.

O posicionamento do nível estático deste sistema é função da sazonalidade climática, isto quer dizer que a espessura saturada mínima pode, posteriormente, atingir o máximo, ou vice-versa (Cavalcante, 1998). A recarga desse sistema ocorre, através da precipitação pluviométrica, enquanto que a descarga ocorre em função de fluxos para o mar e drenagens efluentes e, principalmente, captação por poços diversos.

Segundo Cavalcante (op. cit), em função dos elevados coeficientes de condutividade hidráulica, transmissividade e porosidade efetiva associados, ainda, a um nível estático extremamente raso, o Sistema Dunas/Paleodunas é altamente susceptível a poluição, representando uma unidade extremamente vulnerável aos impactos antrópicos negativos resultantes do uso e ocupação do meio físico, com um fator efetivo de risco.

Sistema Hidrogeológico Misto Aluvionar/Cristalino

Este sistema encontra-se em cerca de 1% da área, localizando-se principalmente na porção sudeste, e também margeando os principais sistemas de drenagem locais.

As aluviões caracterizam-se pela heterogeneidade litológica resultante de um processo de sedimentação fluvial com irregular energia de transporte, gerando litótipos clásticos com granulometria variada e composição oscilando de silto-argilosas a areias grosseiras. Representam um aquífero livre, freático, de permeabilidade geralmente elevada e com espessuras variáveis, desde poucos metros até aproximadamente 10m.

Como a pesquisa concentrou-se exclusivamente em poços tubulares, não há no cadastro nenhum poço captando exclusivamente o sistema hidrogeológico aluvionar. Trata-se de um sistema hidrogeológico livre e restringe-se as pequenas profundidades, sendo captado totalmente apenas por cacimbas e poços Amazonas. Porém, as aluviões são importantes como fonte de recarga para o Sistema Cristalino, constituindo-se, assim, um Sistema Hidrogeológico Misto Aluvionar/Cristalino.

5.0. SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS TUBULARES

Dos 649 poços cadastrados que possuem dados referentes à sua situação, 90 (14%) estão desativados, a exemplo do poço nº 562 (Figura 10), e não estão sendo utilizados por falta ou quebra de algum equipamento; 22 (3,3%) estão abandonados, não sendo utilizados por possuírem uma pequena vazão ($< 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$) ou por terem água muito salina (Figura 11); 21 (3,2%) ainda não foram instalados e 516 (79,5%) estão em uso.

Alguns dos poços não possuem nenhum tipo de tampa, ficando a mercê de vandalismo, a exemplo do poço nº 188 (Figura 11). No entanto, muitos dos poços públicos estão em perfeito estado, bem protegidos da intervenção de terceiros e com boas proteções sanitárias, a exemplo do poço nº 133 com ótima proteção sanitária e liberando água para um reservatório com grande capacidade de armazenamento (Figura 12).



Figura 10 – Poço tubular nº 562, desativado em função de quebra de equipamento. Sede municipal de Caucaia. (Foto em 15/11/2006)



Figura 11 – Poço tubular nº 188, abandonado em função de pequena vazão. Sede municipal de Caucaia (Foto em 15/11/2006)



Figura 12 – Poço nº 133 localizado na comunidade Camarupim, Caucaia – Ceará (Foto em 29/11/2006)

6.0. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS POÇOS TUBULARES

A construção de poços na área iniciou-se na década de 30, mantendo-se um percentual de poços construídos por ano mais ou menos uniforme até o início da década de 70 quando se iniciou um gradativo aumento da construção de poços, chegando ao seu ápice na década de 90 (Figura 13).

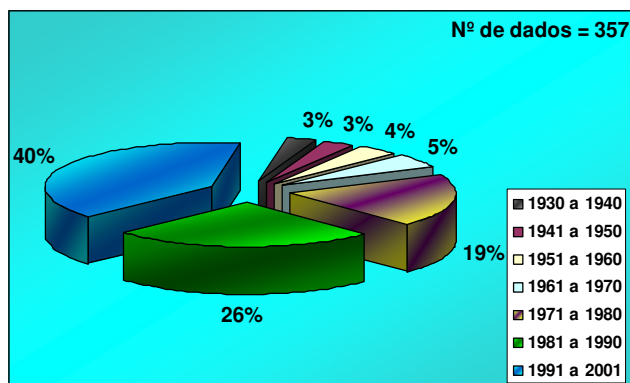


Figura 13 - Distribuição temporal em porcentagem dos poços tubulares na área

Este fato deve-se principalmente aos longos períodos de estiagem e o grande aumento da demanda.

Em relação à propriedade, os poços cadastrados são divididos em dois grandes grupos: os poços públicos e os privados. De um total de 647 dados referentes a propriedade, 83 % (539) são poços privados e 17% (108) públicos.

7.0. PROFUNDIDADE DOS POÇOS

Dos 526 poços cadastrados que possuem dados referentes à profundidade, mais de 60% possuem profundidades variando entre 25,1 e 45m (Figura 14). Sendo a espessura máxima do Barreiras de 28m, considera-se que a maioria desses poços captam águas do Sistema Hidrogeológico Misto Barreiras Cristalino.

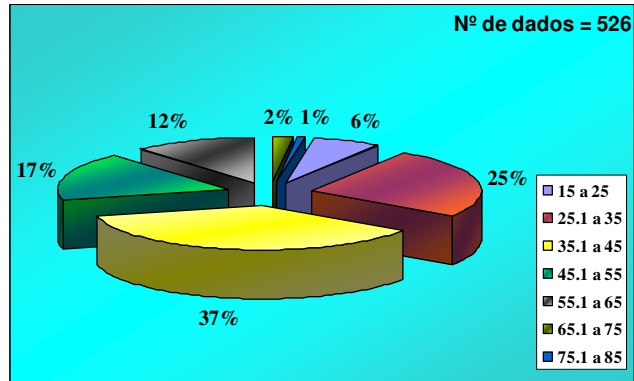


Figura 14 – Distribuição percentual da profundidade (m) dos poços tubulares na área

Os poços localizados nas proximidades das principais lagoas da área possuem profundidade variando de 30 a 50m, sendo mais comum em torno de 50m. Nota-se que não há uma regularidade nas profundidades dos poços localizados na parte central da área, possuindo variações de profundidade muito próximas entre si, podendo estes, terem sido construídos sem levar em conta os critérios técnicos-construtivos adequados.

8.0. FINALIDADE DOS POÇOS TUBULARES

Com relação à finalidade das obras da captação, 85% dos poços que possuíam dados (334) são utilizados para atender as necessidades básicas da comunidade (Figura 15), tendo como principal o consumo doméstico.

Dos demais poços 18 são utilizados em pequenas indústrias, 2 destinam-se a atividades recreativas, 4 são utilizados para o consumo animal, 8 na agricultura e 18 são utilizados para múltiplas funções (abastecimento humano e animal, agricultura e/ou recreação).



Figura 15 – População utilizando-se da água do poço nº 122 localizado na comunidade Camarupim, Caucaia – Ceará (Foto em 29/11/2006)

9.0. NÍVEL ESTÁTICO (NE), NÍVEL DINÂMICO (ND), REBAIXAMENTO (S) E VAZÃO (Q)

O nível estático é o nível potenciométrico da água no poço, isto é, a posição da água medida quando o poço não está sendo bombeado. Os poços cadastrados apresentam um valor mínimo de 2m, máximo de 18m e média de 9,6m (Tabela 01), com o maior percentual (32%) estando no intervalo de 6,1 a 10,0m e o menor (13%) percentual entre 14,1 e 18m (Figura 16), ficando os níveis estáticos mais profundos localizados na porção sul da área.

O nível dinâmico é definido como o nível da água observado durante o bombeamento; normalmente, a medida que reflete melhor este parâmetro é obtida após, pelo menos, 12 horas de bombeamento a vazão constante. Na área ele varia de um mínimo de 6m até um máximo de 37m, com uma média de 20,3m (Tabela 01), sendo que a maioria (39%) encontra-se entre 15,1 a 20m, e a minoria (8%) entre 10.1 a 15m (Figura 17).

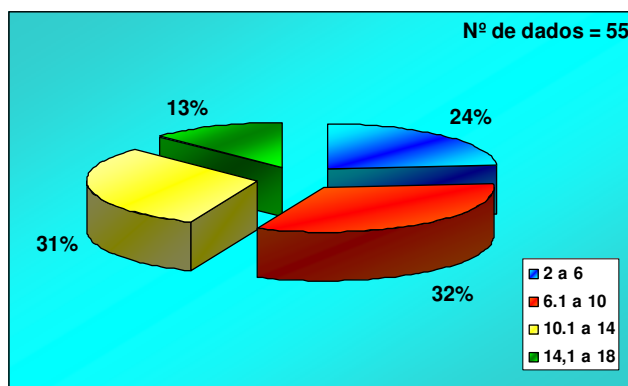


Figura 16 - Distribuição percentual dos NE (m) dos poços tubulares na área de estudo

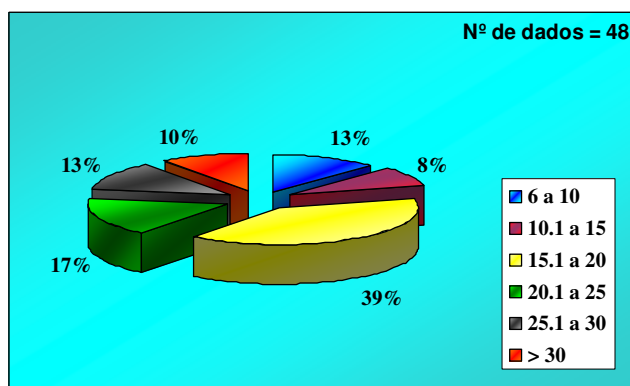


Figura 17 - Distribuição percentual dos ND (m) dos poços tubulares na área de estudo

O rebaixamento do nível da água em um poço é a diferença existente entre o nível dinâmico (ND) e o nível estático (NE) quando um poço é bombeado [$S=ND-NE$]. Este parâmetro apresenta um mínimo de 1m e um máximo de 34m (Tabela 01), sendo que a

maioria dos poços (42%) apresenta rebaixamentos entre 8,1 a 16m (42%), seguido de valores entre 1 a 8m (40%) (Figura 18).

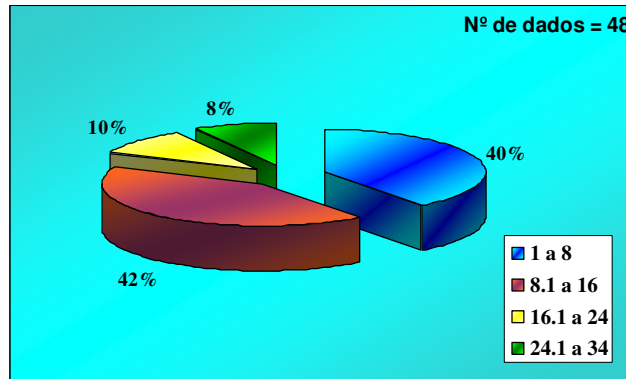


Figura 18 - Distribuição percentual do rebaixamento (m) do nível da água dos poços tubulares da área

A vazão é definida como o volume de água produzida pelo poço em um determinado tempo, expressa em m^3/h ou L/h. Dos 420 dados sobre vazões de poços existentes na área, cerca de 80% variam entre 0,1 e 5 m^3/h , seguidos de intervalos entre 5,1 a 10 m^3/h (13%), 10,1 a 15 m^3/h (5%) e maiores que 15 m^3/h (2%) (Figura 19).

Os poços que apresentam as vazões mais elevadas encontram-se predominantemente nas porções sul e oeste da área onde se encontram o Sistema Hidrogeológico Cristalino e Misto Barreiras/Cristalino, caracterizando que estes sistemas, em especial o Cristalino, apresentam a maior produtividade da área. Os poços localizados na porção nordeste da área devem ter sido construídos com critérios técnicos apropriados, levando-se em consideração principalmente os aspectos hidrogeológicos locais e as fases de completação ou, ainda, terem encontrado condições especiais que os permitissem captar o Sistema Misto Barreiras Cristalino, aumentando a sua produtividade.

A vazão média é de 3,9 m^3/h e os valores máximo e mínimo são de 30 e 0,1 m^3/h respectivamente (Tabela 01).

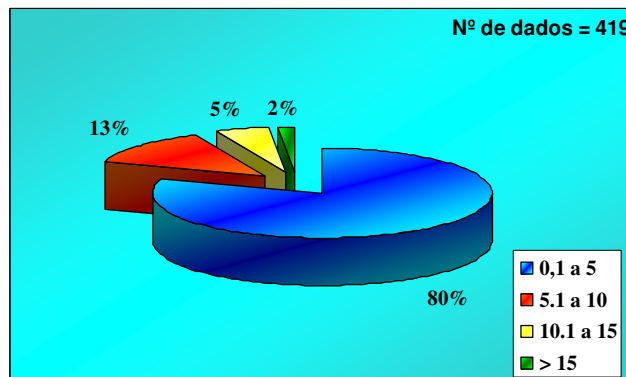


Figura 19 - Variação percentual da vazão (m^3/h) dos poços tubulares da área

A capacidade específica é definida como uma medida de eficiência da obra de captação, reflexo das características hidrogeológicas locais, do projeto técnico-construtivo do poço, das características do equipamento de teste e do tempo empregado no mesmo, sendo obtida da divisão da vazão pelo rebaixamento (Cavalcante, 1998). Na área, a capacidade específica alcança um valor médio de 0,73 [(m³/h)/m], com o máximo de 7 [(m³/h)/m] (Tabela 01), refletindo, no geral, uma produtividade relativamente baixa para os poços cadastrados na área.

A partir das características hidráulicas dos poços cadastrados, tais como profundidade, níveis estático e dinâmico, vazão, rebaixamento e capacidade específica, elaborou-se a tabela 01, onde constam os principais parâmetros estatísticos dos poços, como, média, mediana, desvio padrão, e valores máximos e mínimos de cada parâmetro.

A profundidade média dos poços da área é de 41,5m, alcançando o máximo de 85m e um mínimo de 15m. O nível estático médio é de 9,58m, com um mínimo de 2m; o nível dinâmico médio é de 20,3m, com valores máximo e mínimo de 37m e 6m respectivamente. A vazão tem um valor médio de 3,9 m³/h, alcançando um máximo de 30,0 m³/h e um mínimo de 0,1 m³/h. A capacidade específica alcança um valor médio de 0,73 [(m³/h)/m], com o máximo de 7 [(m³/h)/m] e um mínimo de 0,01[(m³/h)/m], refletindo uma baixa produtividade média dos poços (Tabela 01).

Tabela 01 - Parâmetros estatísticos dos poços tubulares da área

Parâmetros	Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/S
	(m)				(m ³ /h)	[(m ³ /h)/m]
Média	41,54	9,58	20,29	11,24	3,92	0,73
Mediana	40	10	18,5	9	2,5	0,35
Desvio Padrão	11,69	4,3	7,65	7,64	3,92	1,18
Máximo	85	18	37	34	30	7
Mínimo	15	2	6	1	0,1	0,01
Nº. de Dados	526	55	48	48	419	44

Prof. = Profundidade; N.E. = Nível estático; N.D. = Nível dinâmico

S = Rebaixamento; Q = Vazão; Q/S = Capacidade específica

10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O cadastro de poços elaborado a partir das fichas de poços adquiridas em órgãos públicos, firmas privadas e em cadastro em campo, constataram a existência de 649 poços na área de pesquisa, construídos no período de 1930 a 2001.

Quanto a profundidade, 60% dos poços que apresentam dados referentes a este parâmetro (526 poços) apresentam profundidades variando entre 25,1 e 45m e valores máximo e mínimo de 85 e 15m, respectivamente.

Em 32% dos poços que apresentam dados sobre NE, os valores encontram-se no intervalo de 6,1 a 10m, sendo o mínimo de 1m e máximo de 18m. O nível dinâmico varia de um mínimo de 6m a um máximo de 37m, sendo que 39% encontram-se entre no intervalo de 15,1 a 20m. O rebaixamento apresenta um mínimo de 1m, máximo de 31m e a maioria dos valores situados entre 8,1 e 16m (42%). A vazão máxima apresentada foi de 30 m³/h (localidade de Curicaca) e a média de 3,9 m³/h. A capacidade específica alcança um valor médio de 0,73 [(m³/h/m)], com um valor máximo de 7 [(m³/h/m)], refletindo, no geral, uma produtividade relativamente baixa dos poços da área.

A partir do cadastro geral de poços tubulares, pesquisa bibliográfica e correlação com os perfis de poços cadastrados, foi possível a individualização e identificação de 05 (cinco) sistemas hidrogeológicos: Cristalino, Barreiras, Misto Barreiras/Cristalino, Dunas/Paleodunas e Misto Aluvionar/Cristalino. O Sistema Hidrogeológico Cristalino aflora em cerca de 30% da área, possuindo 32 poços o captando exclusivamente, e apresenta a melhor vocação hidrogeológica na área, com vazão e nível estático médios de 5,1m³/h e 11m, respectivamente. Na área, o Sistema Hidrogeológico Barreiras apresenta pouca produtividade por ser composto principalmente por sedimentos argilosos e areno-argilosos, sua espessura não ultrapassa os 28m e tende a aumentar gradativamente das extremidades Sul, Leste e Oeste para o centro da área. Ocupa uma área aflorante de 33,37 km² (63,7% da área), correspondendo à unidade de maior exposição, estima-se que 34 poços capturem água exclusivamente deste sistema. A vazão média dos poços neste sistema é de 2m³/h.

58% (376) dos poços cadastrados captam águas do Sistema Hidrogeológico Misto Barreiras/Cristalino. Estes poços apresentam profundidades entre 28,1 e 76m, com média de 43m e vazão e nível estático médios de 4,4m³/h e 9,4m, respectivamente.

O Sistema Dunas/Paleodunas abrange cerca de 5,3% da área, localizado-se em sua porção nordeste. Existem 94 poços captando exclusivamente, ou parcialmente, este sistema, apresentando vazão média de 2,0 m³/h e profundidades de até 25m. É um sistema extremamente vulnerável a poluição, por possuir uma elevada porosidade e por apresentar, em

média, um nível estático raso, em média 2m. O Sistema Hidrogeológico Misto Aluvionar/Cristalino encontra-se em cerca de 1% da área, localizando-se principalmente na porção sudeste, e também margeando os principais sistemas de drenagem locais.

As empresas devem elaborar relatórios técnicos mais completos, com o fornecimento de coordenadas geográficas, perfil litológico, etc., e que esses dados sejam disponibilizados ao público, facilitando assim os trabalhos técnico-científicos. Recomenda-se maiores cuidados com as proteções sanitárias dos poços, pois estes podem se tornar condutores diretos de contaminação para os sistemas aquíferos e que outros trabalhos sejam realizados na área de estudo, que tenham como objetivo um monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e suas relações com o meio físico, com o intuito de contribuir para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

BIBLIOGRAFIA

- ABAS. (2006). Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. [on-line]. São Paulo – SP. [consultado em 15/10/06]. Disponível na Internet: <<http://www.abas.org>
- BIANCHI, L.; PADILHA, M.W.M.; TEIXEIRA, J.E.M. (1984) Recursos de água subterrânea na R.M.F. Fatores Condicionantes. In: Plano de aproveitamento dos Recursos Hídricos na R.M.F - Fase I. Fortaleza. SEPLAN - AUMEF, v. 1, 139 p.
- CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. (2003) Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Dados operacionais indicadores de desempenho. Fortaleza - CE.
- COGERH/VBA (1999) Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas. Fortaleza – CE.
- CARDOSO, C. A. M. (2006). Aspectos Técnico-Construtivos dos Poços Tubulares na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará-Brasil, Dissertação de Mestrado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará; Departamento de Geologia. Fortaleza. 128p.
- CAVALCANTE, I.N. (1998). Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza - Estado do Ceará - Tese de Doutorado – IG/USP. 156p
- FREIRE, C. C., KIRCHHEIM, R. E. & COTA, S. S. (2001). “Análise dos Efeitos Hidrogeológicos da Isenção de Outorga” in IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas, Foz do Iguaçu/PR.