

# RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE – ZONA LESTE, ESTADO DO CEARÁ.

*Liano Silva Veríssimo<sup>1</sup>; Itabaraci Nazareno Cavalcante<sup>2</sup>; Robério Boto Aguiar<sup>3</sup> & João Thiago  
Viana Maia<sup>4</sup>*

**RESUMO** – Este trabalho é parte integrante do Projeto “Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro” (Convênio CPRM/FINEP), desenvolvido conjuntamente pela CPRM e Universidade Federal do Ceará. A Bacia Sedimentar do Araripe representa uma importante bacia hidrogeológica cearense, onde 95% dos usuários utilizam água subterrânea. Foram cadastrados 1182 poços tubulares em meio sedimentar que são utilizados para diversos fins, desde a irrigação, indústria e abastecimento público. As profundidades dos poços alcançam até 360m (média de 96,8m), onde o nível estático é alcançado a partir de poucos metros (média de 20,5m) e as vazões chegam a 300 m<sup>3</sup>/h (média de 25,5 m<sup>3</sup>/h).

**ABSTRACT** - This work is part of the Behavior of the Sedimentary Basins Semiarid Northeast Brazilian Project (Accord CPRM/FINEP). The groundwater is an important mineral good for the development of any area, representing a source of provisioning for the man and the productive section. The Basin Sedimentary of Araripe represents an important basin hidrogeológica from Ceará, where 95% of the users use groundwater. They were registered 1182 tubular wells in sedimentary rocks which are used to several ends, since the irrigation, industry and public supply. The depths of the wells reach up to 360m (average of 96.8m), where the static level is reached starting from few meters (average of 20.5m) and flows reach 300 m<sup>3</sup>/h (average of 25.5 m<sup>3</sup>/h).

Palavras-chaves: Aquífero, Cariri, Ceará

<sup>1</sup>Geólogo do Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Avenida Antonio Sales, 1418, Joaquim Távora, Fortaleza-Ce. e-mail: [liano@fo.cprm.gov.br](mailto:liano@fo.cprm.gov.br)

<sup>2</sup> Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Geologia/UFC. Av. Humberto Monte, s/n, Pici. Fortaleza/CE. e-mail: [ita@fortalnet.com.br](mailto:ita@fortalnet.com.br) ;

<sup>3</sup> Geólogo do Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Avenida Antonio Sales, 1418, Joaquim Távora, Fortaleza-Ce. e-mail: [liano@fo.cprm.gov.br](mailto:liano@fo.cprm.gov.br)

<sup>4</sup>Graduando em Geologia – Departamento de Geologia/UFC. Rua Monte Serrat 131. Maraponga. Fortaleza/CE e-mail: [viana\\_thiago@yahoo.com.br](mailto:viana_thiago@yahoo.com.br)

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho constitui parte de um estudo das atividades desenvolvidas dentro do Projeto Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro. Implantado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia através da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, foi executado em conjunto pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM/Residência de Fortaleza e Universidade Federal do Ceará – UFC, representada pelos Departamentos de Engenharia Hidráulica, Física e Geologia, por meio de uma rede cooperativa de pesquisa. Constitui-se no diagnóstico dos poços tubulares que captam águas subterrâneas, objetivando um melhor conhecimento da hidrogeologia da área em estudo, bem como sua importância para o desenvolvimento socioeconômico da região do Cariri, sul do estado do Ceará.

O Nordeste caracteriza-se como uma região de poucas chuvas, concentrando-se de três a cinco meses do ano. Isso afeta a economia da região, gerando escassez de água e racionamento, falta de alimentos, imigração da população afetada para os grandes centros urbanos e, conseqüentemente, redução na qualidade de vida. As rochas cristalinas no Ceará ocupam 75% (109.500 km<sup>2</sup>) de sua área, com propriedades geológicas mínimas para armazenar água. Entretanto, a Bacia Sedimentar do Araripe localiza-se na região do Cariri constituindo-se na maior e mais importante bacia hidrogeológica do Estado, com as melhores unidades armazenadoras de água subterrânea, representadas pelos aquíferos Rio da Batateira, Missão Velha e Mauriti, diferenciando-se das demais bacias sedimentares do Estado.

## 2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

A Bacia Sedimentar do Araripe localiza-se ao sul do estado do Ceará e parte dos estados de Pernambuco e Piauí, constituindo-se no divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe (CE) ao norte, São Francisco (PE) ao sul e Parnaíba (PI) a oeste. A área de estudo ocupa uma área aproximada de 4.500 km<sup>2</sup> (Figura 1), sendo delimitada pelas coordenadas geográficas de 38°30' a 39° 28' de longitude oeste de Greenwich e de 7° 05' a 7°40' de latitude sul, englobando os municípios cearenses de Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Juazeiro do Norte, Mauriti, Milagres, Missão Velha e Porteiras. A área fica a uma distância aproximada de 550 km das cidades de Fortaleza e Recife.

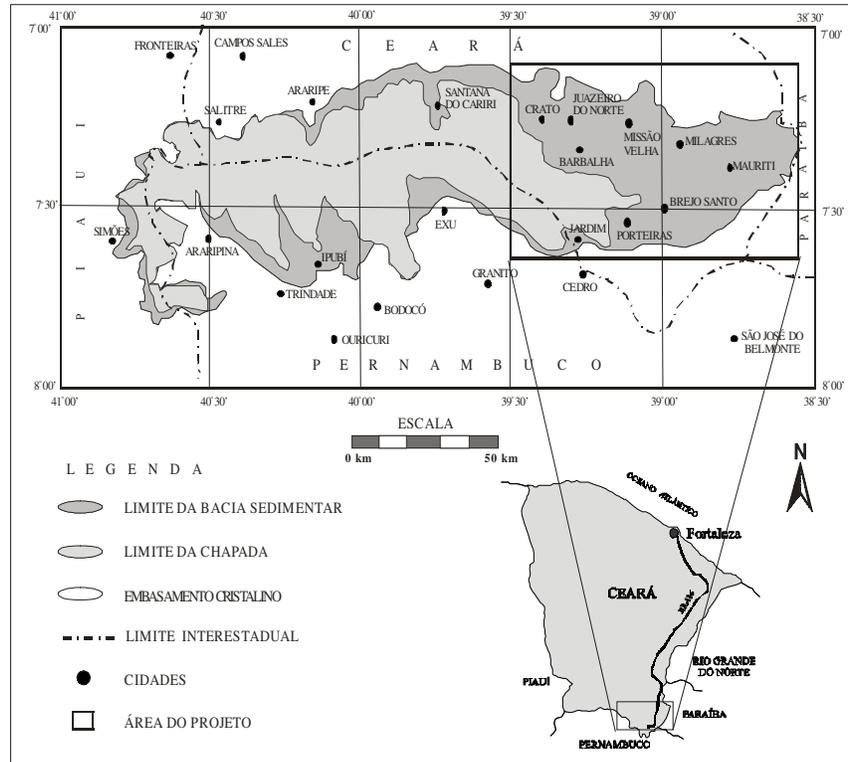


Figura 1. Localização da Bacia Sedimentar do Araripe e da área do Projeto.

O clima na região é semi-árido, com precipitação anual média de 1001,4 mm e pico nos meses de janeiro a abril. Entre os meses de junho e novembro observa-se os mais baixos índices pluviométricos (KIMURA, 2003). A temperatura média anual varia entre 24°C e 26°C, sendo o mês de julho o mais frio (23,5°C) e novembro o mais quente (27,4°C) (IPLANCE, 1997). Na estação situada na cidade de Barbalha, a umidade relativa do ar oscila de 51% (outubro) a 80% (março), com média anual de 63,8% e a evaporação, nesta mesma estação, possui um valor anual de 2.288,6mm, com máxima em setembro (292,8mm) e mínima em abril (100,5mm). Os níveis de insolação têm o valor total anual de 2.848 horas, com a média mais elevada ocorrendo em setembro (276,4 horas) e a média mais baixa em fevereiro (191,9 horas) (COSTA, 1998).

A hidrografia é caracterizada pela ausência de rede de drenagem na parte superior da chapada, pelo setor torrencial nas vertentes da chapada até as planícies, com contribuições em forma de fontes pontuais ou difusas e, pela zona de espraiamento (aluviões) depois das vertentes, onde são depositadas as cargas das torrentes (DNPM, 1996). A vegetação é constituída por quatro tipos, sentido de sul para norte do estado: Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida), Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial (Mata Seca), Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea) e Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa (Cerrado) (IPLANCE, *op. cit.*). O solo é

representado por quatro classes: Latossolo Vermelho-Amarelo Álico; Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico; Aluviais Eutróficos e Litólicos Eutróficos. A geomorlogia na área é identificada por três domínios distintos, a Zona de Chapada, a Zona de Talude e a Zona de Pediplano.

Segundo PONTE & PONTE FILHO (1996), a Bacia Sedimentar do Araripe está implantada sobre os terrenos pré-cambrianos da Província Borborema, lateralmente ao Lineamento da Paraíba. É constituída pelas formações Mauriti (arenitos quartzosos, grosseiros a médios), Brejo Santo (arenitos finos, siltitos, argilitos e folhelhos), Missão Velha (arenitos grosseiros), Abaiara (arenitos micáceos argilosos, finos a médios, siltitos e folhelhos), Rio da Batateira (arenitos médios a grosseiros), Santana (folhelhos calcíferos, gipsita e margas fossilíferos), Arajara (siltitos, argilitos e arenitos finos) e a Exu (arenitos argilosos grosseiros a conglomeráticos).

Características Hidrogeológicas – é a região de maior importância para o estado, por possuir os melhores e maiores aquíferos representados pelas formações Rio da Batateira, Mauriti e Missão Velha. As demais formações, (Abaiara, Brejo Santo, Santana, Arajara e Exu) apresentam pequena vocação hidrogeológica. A classificação aquífera adotada é oriunda do DNPM (1996), representada pelos Sistemas Aquíferos Superior, Médio e Inferior.

O Sistema Aquífero Superior é o que apresenta maior área de exposição, se estendendo por toda a chapada com cerca de 7500 km<sup>2</sup>, sendo o menos explorado da região por apresentar uma média a baixa vocação hidrogeologia representado a região representado pelas formações Exu, Arajara e possuindo espessura média de em 320 metros. As reservas permanentes são de 10,2 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/ano, enquanto as reservas reguladoras foram estimadas em 100 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano.

O Sistema Aquífero Médio é composto pelas formações Rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha. Sendo considerado o sistema mais importante da Bacia do Araripe em termos de potencial de exploração. Apresenta uma espessura média de 500 metros com área de 2830 km<sup>2</sup>. Atualmente é o explorado do Cariri, detendo as maiores vazões, que alcançam até 300 m<sup>3</sup>/h/poço. As profundidades dos poços são muito variáveis, porém sobressai o intervalo de 80 a 130 metros com vazão média de 17 m<sup>3</sup>/h. De acordo com o Projeto de Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe (DNPM 1986), o Sistema Aquífero Médio apresenta um coeficiente de transmissividade variando de 3 x 10<sup>-4</sup> a 8 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s, com valor representativo de 5 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s; o coeficiente de armazenamento, 2 x 10<sup>-4</sup>. Possui reservas permanentes de 83,65 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> e reservas reguladoras de 112 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano.

O Sistema Aquífero Inferior consiste da Formação Mauriti e a parte basal da Formação Brejo Santo. Apresenta-se em maior extensão na borda leste da Bacia do Araripe e em pequena faixa na borda norte, sempre em contato com o embasamento cristalino. Possui uma espessura média de 100 metros e área total de 2830 km<sup>2</sup>. É considerada a segunda formação aquífera mais explorada

na região, apresentam uma profundidade média dos poços de 130 metros e vazão média de 8,9 m<sup>3</sup>/h. De acordo com o DNPM (1996), o Sistema Aquífero Inferior apresenta os seguintes parâmetros: Transmissividade  $3 \times 10^{-4}$ , Coeficiente de armazenamento  $10^{-5}$ . Apresentando reservas permanentes de  $4,9 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, com reservas reguladoras de  $17,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano.

### **3 - METODOLOGIA DE TRABALHO**

A metodologia aplicada constou das atividades de escritório e de campo. Foi realizado um levantamento das informações técnicas dos poços tubulares localizados na área de estudo no banco de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, resultando um cadastro de 1357 poços. Durante as cinco campanhas de campo realizadas no desenvolvimento do projeto (2005 a 2006), foi feita uma revisão para localizar os poços pré-selecionados e identificar novos poços ainda não cadastrados. A partir desse cadastro foram selecionados os poços tubulares construídos dentro dos limites do projeto, eliminando-se aqueles localizados em terrenos de rochas cristalinas. De posse de um banco de dados com 1182 poços tubulares distribuídos em oito municípios da bacia do Araripe, foram analisados e tratados esses dados com pacotes estatísticos e computacionais, possibilitando a formação e elaboração dos mapas, tabelas e gráficos, culminando com a geração de informações hidrogeológicas a disposição da comunidade técnica.

### **4 - RESULTADOS OBTIDOS**

O poço mais antigo na região data de 1928. Até o ano de 1974 a construção de poços teve uma evolução normal, com média de 5 poços/ano, apenas em função do aumento da população. A partir dos anos seguintes, com o crescimento na população, implantação do parque industrial e os períodos de estiagem, tais como nos anos de 1979 a 1983, houve um aumento na construção de poços com média de 25 poços/ano, até o ano de 2006. A Figura 2 mostra a evolução temporal da construção de poços tubulares na área de estudo.

Quanto à utilização dos poços na área, através do cadastro, foram identificados 891 poços, com dados distribuídos da seguinte forma: em uso (548); abandonados (83); parados (43); não instalados (66) e secos (3).

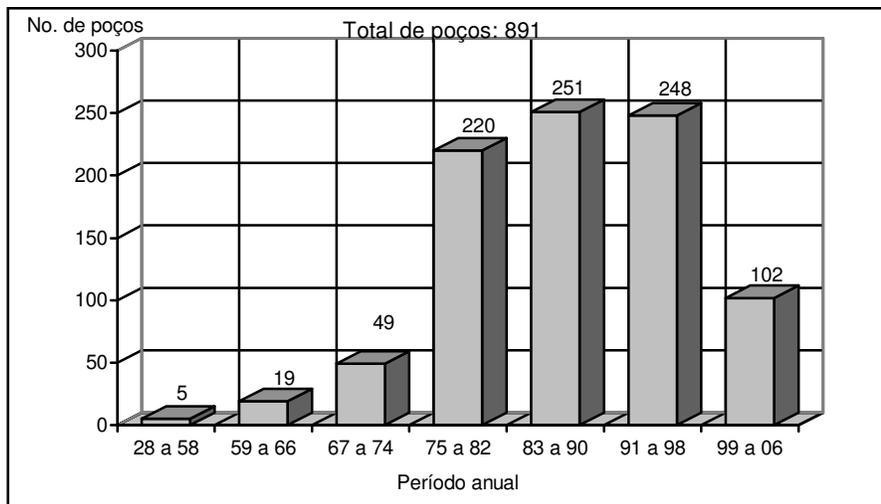


Figura 2 - Evolução temporal da construção dos poços tubulares na área de estudo

Baseado nessas informações do cadastro foi realizado um estudo objetivando verificar a forma de distribuição desses parâmetros e a existência de correlações entre eles. Em 1182 poços do cadastro, 85% apresentam profundidade, 57,4% tem vazão e 40,5% contém dados completos. O quadro 1 mostra parâmetros estatísticos dos 1182 poços,

Quadro 1- Parâmetros estatísticos dos poços na área de estudo.

Parâmetro Estatístico	Prof.	NE	ND	s	Q	Q/s
	(m)				(m <sup>3</sup> /h)	[(m <sup>3</sup> /h)/m]
Média	96,8	20,5	39,3	18,64	25,55	2,15
Mediana	84,0	16,0	36,0	15,00	14,00	1,00
Desvio padrão	43,9	16,5	19,5	14,04	35,62	3,21
Máximo	360,0	118,0	132,0	90,00	300,00	27,27
Mínimo	16,0	0,0	7,0	0,0	1,00	0,02
Nº de poços	1004	553	548	548	679	493

Prof. = Profundidade; NE = Nível estático; ND = Nível dinâmico; s = Rebaixamento; Q = vazão; Q/s = capacidade específica.

Os poços têm profundidades compreendidas entre 16 a 360 m, com valor médio de 96,8 m e mediana de 84 m. O histograma da Figura 3 apresenta uma distribuição da frequência da profundidade onde se verifica que 74% delas estão entre 39 e 116 m. Os poços de maiores

profundidades estão localizados nas porções leste e sul dos municípios de Mauriti e Porteiras, com valores médios de 123 e 104 m, respectivamente.

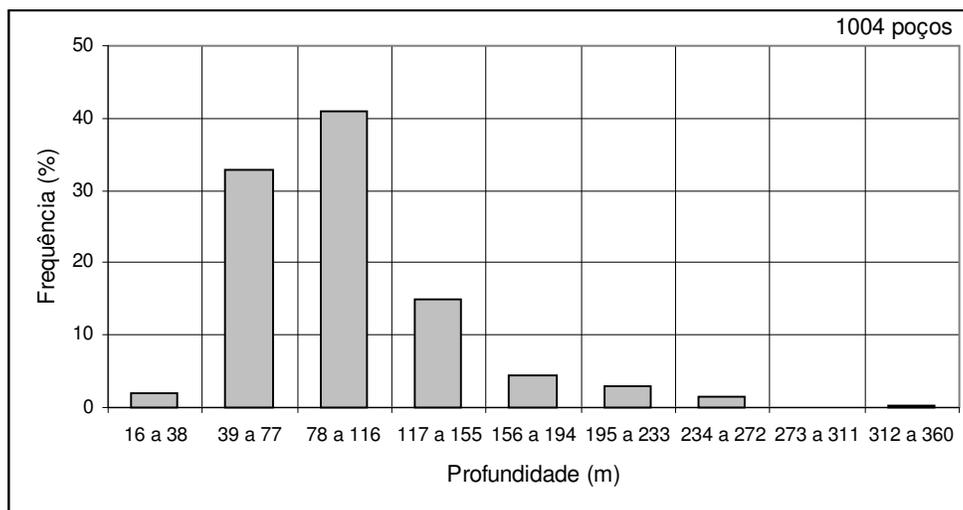


Figura 3- Histograma de frequência da profundidade dos poços da área de estudo

O nível estático em 553 poços varia entre 0 (4 poços surgentes) a 118 m, com valor médio de 20,5 m, indicando níveis de água pouco profundos. O histograma de frequência mostra uma distribuição do tipo lognormal, onde os valores mais frequentes estão entre 0 e 29,0 m (76%) (Figura 4). Os poços com NE mais rasos (0 a 25m) ocorrem em 80% da área, distribuídos na porção leste, sudeste, nordeste e noroeste. Os poços com NE entre 25 e 50m estão localizados em porções isoladas ao norte, nordeste, sul e noroeste do mapa. Os poços com NE mais profundos (> 50m) estão localizados na parte sul, onde o aquífero Mauriti ocorre em sub-superfície e tem maiores altitudes (Figura 5).

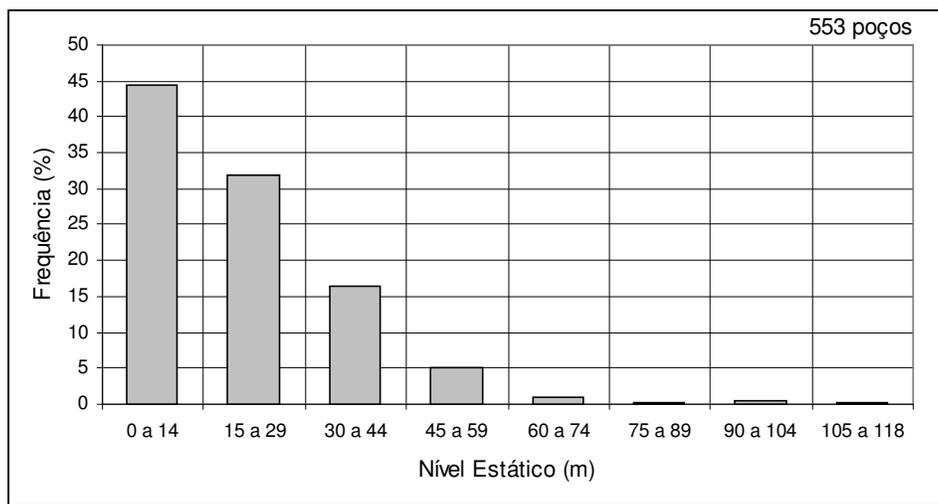


Figura 4 – Histograma de frequência do nível estático na área de estudo

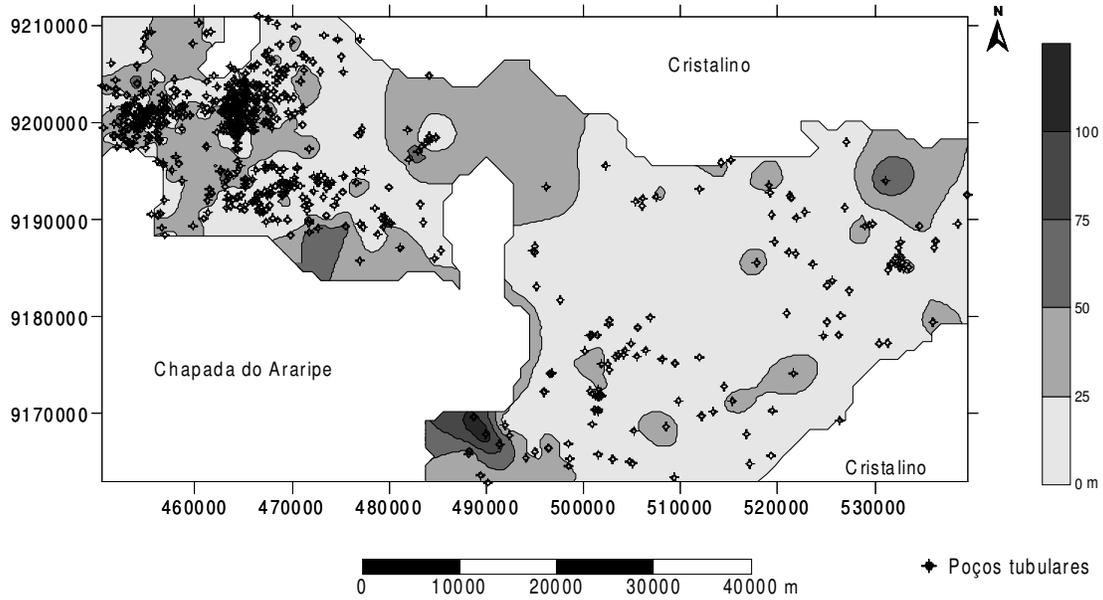


Figura 5 - Superfície do nível estático na área de estudo

O nível dinâmico de 548 poços apresenta um histograma de distribuição de frequência tipo lognormal, variando de 7 a 125 m (Figura 6). Os níveis mais frequentes oscilam entre 22 e 51 m com 61% dos poços. O valor médio é de 39,3 m e mediana de 36,0 m. Os poços com maiores níveis dinâmicos estão localizados nos municípios de Brejo Santo e Porteiras com valores médios de 77 e 66 m, respectivamente.

A relação entre níveis estáticos e dinâmicos indicou uma boa correlação linear com  $R = 0,717$ , sugerindo esse resultado uma relação direta positiva entre os níveis estáticos e dinâmicos para os poços dessa área (Figura 7).

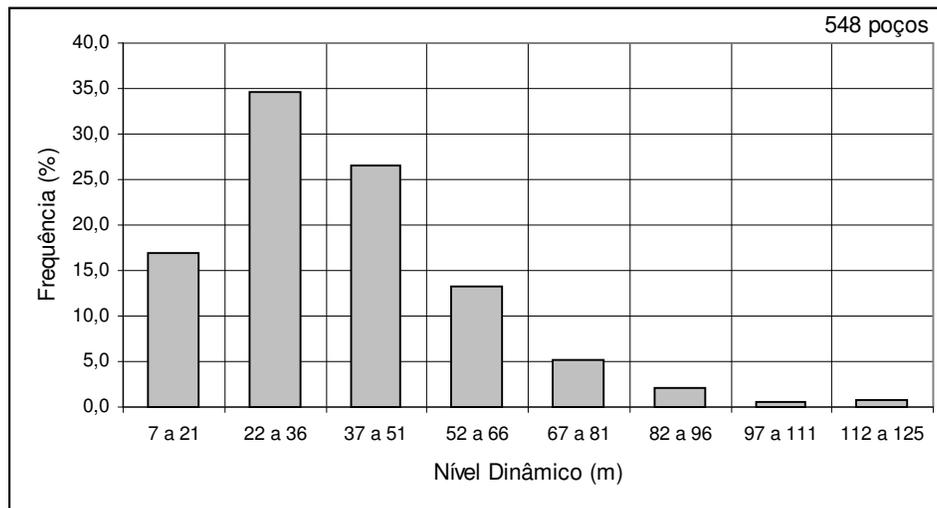


Figura 6 – Histograma de frequência do nível dinâmico na área de estudo

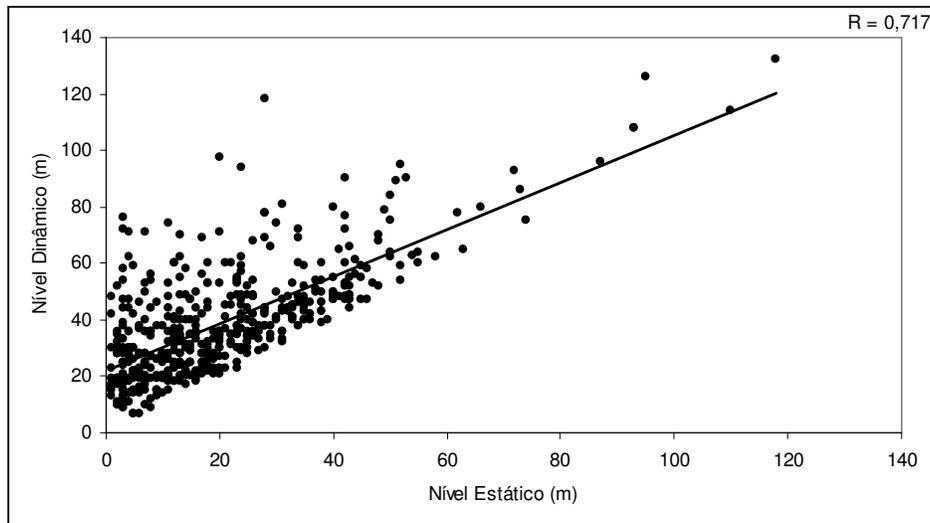


Figura 7 - Relação entre os níveis estático e dinâmico na área de estudo

A vazão oscila de 1 a 300 m<sup>3</sup>/h, com valor médio igual a 25,5m<sup>3</sup>/h. O histograma (Figura 8) apresenta uma distribuição tipo lognormal, onde podemos identificar as vazões mais frequentes no intervalo de 1 a 25 m<sup>3</sup>/h (72%).

Os poços com vazões entre 1 a 25 m<sup>3</sup>/h ocorrem em 85% da área, distribuídos em toda a área. Os poços com vazões entre 25 a 50 m<sup>3</sup>/h estão localizados em porções isoladas a este (municípios do Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha), ao sul (Brejo Santo e Porteiras) e a este (Mauriti) da área. As maiores vazões (> 50m<sup>3</sup>/h) são de poços com finalidade de abastecimento público e localizados nas sedes municipais, sendo utilizados pela CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará, FUNASA – Fundação Nacional de Saúde e SAAEC – Serviço Autônomo de Água e Esgoto do Ceará; construídos com critérios técnicos, onde são os critérios levados em consideração são, dentre outros, a hidrogeologia local e o projeto técnico-construtivo do poço, possuem um acompanhamento técnico durante a construção e operação, sendo monitorados em termos qualitativos.

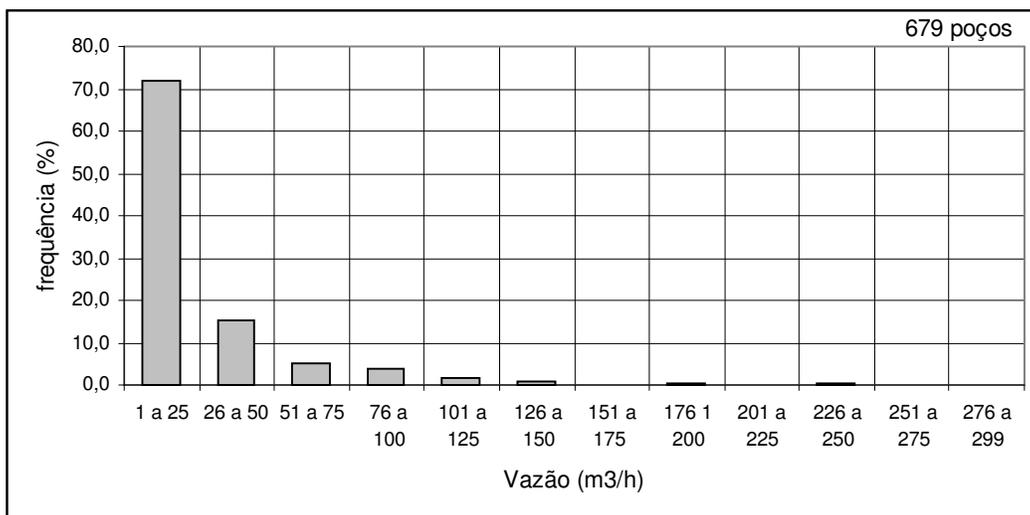


Figura 8 - Histograma de frequência da vazão dos poços da área de estudo

A capacidade específica calculada em 500 poços tubulares oscila de 0,02 a 27,3 [(m<sup>3</sup>/h)/m], com valores mais frequentes entre 0,002 a 3,5 [(m<sup>3</sup>/h)/m] representando 82,8% dos poços (Figura 9). O valor médio é 2,15 [(m<sup>3</sup>/h)/m] e a mediana é de 1,0 [(m<sup>3</sup>/h)/m], extremamente altas comparativamente as observadas em outras bacias sedimentares do Ceará.

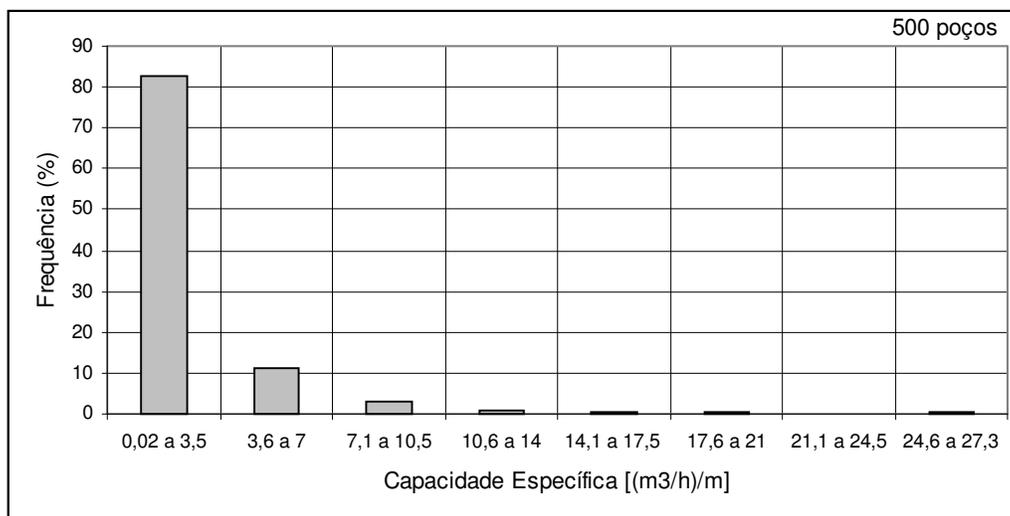


Figura 9 - Distribuição da capacidade específica dos poços na área de estudo

## 5. CONCLUSÕES

Do exposto no decorrer do texto, conclui-se que:

- O cadastro de poços tubulares na região estudada permitiu a identificação de 1357 poços, permitindo o manuseio de 1182 poços inseridos em domínios sedimentares da Bacia do Araripe, inclusos em oito municípios cearenses;
- Existe um crescimento anual na construção de poços, particularmente a partir de 1974, associado ao crescimento populacional, implantação de parques industriais e períodos de estiagem, quando se necessita de maior oferta de água, haja vista a ausência de chuvas;
- As profundidades dos poços alcançam até 360m (média de 96,8m), onde o nível estático é alcançado a partir de poucos metros (média de 20,5m) e as vazões chegam a 300 m<sup>3</sup>/h (média de 25,5 m<sup>3</sup>/h);
- As maiores vazões são captadas, normalmente, pelos poços pertencentes a companhias de água, a exemplo da CAGECE, que os utilizam para atender a demanda de abastecimento público. Existe o rigor de locação, construção e monitoramento da obra de captação, redundando em uma relação otimizada custo x benefício;
- O Vale do Cariri, particularmente o eixo Crato-Juazeiro-Barbalha (CRAJUBAR), é a área com maior densidade de poços tubulares, com os de maiores profundidades e maiores vazões, observando-se, paulatinamente, a instalação de fábricas de captação e engarrafamento de água mineral.

## 6 – BIBLIOGRAFIA

DNPM. *Projeto avaliação hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe*. Programa Nacional de Estudos dos Distritos Mineiros. Recife, Departamento Nacional da Produção Mineral, Distritos Regionais de Pernambuco e Ceará. 1996. 101p.

IPLANCE – *Atlas do Ceará* - Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. - Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Planejamento e Coordenação - SEPLAN. 1997. 65p.

KIMURA, G. *Caracterização hidrogeológica do sistema sedimentar do Gráben Crato-Juazeiro, no Vale do Cariri (CE)*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA/UFMG. 2003.

PONTE, F.C. & PONTE-FILHO, F. C. *Estrutura Geológica e Evolução Tectônica da Bacia do Araripe*. Recife. DNPM, 1996. 68 p.

<<http://www.cprm.gov.br>> *SIAGAS Sistema de Informações de Água Subterrâneas*, visitado em 10/03/2006