

DIAGNÓSTICO DOS POÇOS E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE QUIXERÉ, ESTADO DO CEARÁ

Napoleão Quesado Júnior¹; Zulene Almada Teixeira¹; Charles Teles Santos da Silva²; Glauciane Nunes Diniz de Oliveira³; Itabaraci Nazareno Cavalcante⁴.

RESUMO – Este trabalho é um diagnóstico de poços tubulares, amazonas e mistos e da qualidade das águas subterrâneas no município de Quixeré, situado na Chapada do Apodi, estado do Ceará, nordeste do Brasil. Foi realizado um cadastro de 245 pontos d'água e analisaram-se os parâmetros de pH, condutividade elétricos, sólidos totais dissolvidos, salinidade e temperatura. Nesse cadastro inclui também informações referentes à identificação, situação, dados construtivos, hidrodinâmicos e de bombeamento dos pontos d'água, além das culturas desenvolvidas na região. Essas informações foram obtidas do Plano de Gestão Participativa dos Aqüíferos da Bacia Potiguar, Estado do Ceará.

ABSTRACT – This work is a diagnosis wells tube, amazons and mixed quality of groundwater in the municipality of Quixeré, located in the Chapada of Apodi, Ceara state, northeastern Brazil. It was made a register of 245 water points and looked up the parameters of pH, electrical conductivity, total dissolved solids, salinity and temperature. The register also includes information concerning the identity, location, data constructive, and hydrodynamic pumping points of water, in addition to the cultures developed in the region. This information was obtained from the Management Plan for Participatory Aquifers the Potiguar Basin, Ceara state.

Palavras-chave: poços, qualidade das águas

1. Mestres em Hidrogeologia. Analista em Gestão dos Recursos Hídricos. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. Endereço: Rua Adualdo Batista, 1550 CEP 60.824-140, Bairro Parque Iracema, Fortaleza – Ceará. Telefone: (85) 3218 7642. Fax: (85) 3218 7032. email: quesado@cogerh.com.br; zulene@cogerh.com.br; glaucianediniz@yahoo.com.br

2. Mestre em Irrigação e Drenagem. Tecnólogo em Gestão dos Recursos Hídricos. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. Endereço: Rua Adualdo Batista, 1550 CEP 60.824-140, Bairro Parque Iracema, Fortaleza – Ceará. Telefone: (85) 3218 7642. Fax: (85) 3218 7032. email: Charles@cogerh.com.br

3. Geóloga. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. Endereço: Rua Adualdo Batista, 1550 CEP 60.824-140, Bairro Parque Iracema, Fortaleza – Ceará. Telefone: (85) 3218 7642. Fax: (85) 3218 7032. email: glaucianediniz@yahoo.com.br

4. Professor, Doutor em Hidrogeologia – Universidade Federal do Ceará – UFC. Endereço: Departamento de Geologia, Campus do Pici, Bloco 913, CEP 60.455-780 Bairro Pici, Fortaleza, Ceará. Telefone: (85) 3366 9869. email: ita@fortalnet.com.br

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho trata-se de um diagnóstico que foi realizado através do cadastro de 245 pontos d'água no município de Quixeré, chapada do Apodi, estado do Ceará. Ele faz parte de resultados preliminares do Plano de Gestão Participativa dos Aquíferos da Bacia Potiguar, Estado do Ceará, ora desenvolvido pela Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH e Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH.

2 - OBJETIVOS

O objetivo principal foi avaliar a situação atual das obras de captação, conhecendo suas características construtivas e hidrodinâmicas, além da análise de alguns parâmetros físico-químicos *in loco* da água explotada.

2.1 – Objetivos Específicos

- Levantamento de usuários, pontos d'água (poços tubulares, amazonas e mistos), identificação de culturas irrigadas, vazão e tempo de bombeamento e aspectos construtivos e hidrodinâmicos da obra de captação;
- Medição de nível d'água (estático e dinâmico) e vazão de poços;
- Realizar medições de parâmetros físico-químicos *in locu* com condutivímetro.

3 - LOCALIZAÇÃO, ACESSO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

O município de Quixeré situa-se na região do Baixo Jaguaribe, porção nordeste do estado do Ceará (Figura 01), latitude sul 5°04' e longitude oeste 37°59', limita-se com os municípios de Limoeiro do Norte, Jaguaruana e Russas, e com o estado do Rio G. do Norte. Compreende uma área de 617 km², localizada nas cartas topográficas Quixeré (SB.24-X-C-III), Aracati (SB.24-X-A-VI) e Limoeiro do Norte (SB.24-X-C-II).

O acesso ao município, a partir de Fortaleza, é feito pela BR-116, passando por Russas, e depois se tomando estrada estadual passando por Limoeiro do Norte, até finalmente atingir a sede municipal. Demais vilas, lugarejos, sítios e fazendas estão interligados por estradas asfaltadas e/ou carroçáveis.

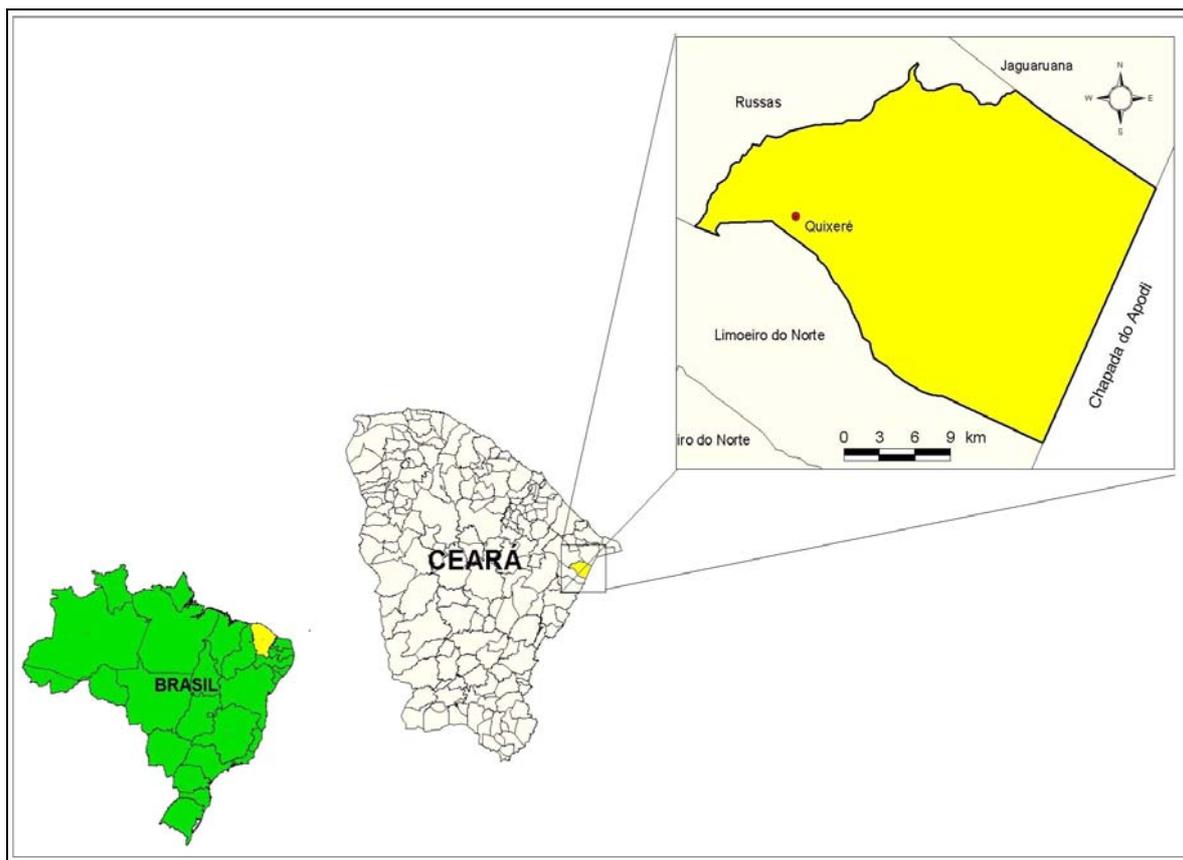


Figura 01 – Localização da Área

O Censo de 2007 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE aponta uma população de 18.652 habitantes e densidade demográfica de 30 hab/km².

A principal atividade econômica reside na agricultura de subsistência, destacando-se culturas de feijão, milho, mandioca, hortaliças, algodão, abacate, cana-de-açúcar, castanha de caju e frutas diversas. A fruticultura irrigada, como exemplos citam-se melão, banana, melancia e abacaxi, é empregada na região da chapada do Apodi, atualmente se observa um avanço nesse tipo de atividade pelo fato de se ter ali solos e clima de excelentes vocações agricultáveis para cultivo de frutas tropicais.

Na pecuária extensiva destacam-se criações de gado leiteiro e para corte, ovinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal sobressai com o cultivo de carnaúba, fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de atividades com oiticica e carnaúba.

4 - ASPECTOS GEOLÓGICOS

Quanto aos aspectos geológicos, o embasamento gnáissico-migmatítico, pré-cambriano, possui ocorrência restrita no município. O quadro geológico é amplamente dominado pela bacia sedimentar do Apodi, de idade mesozóica, constituída pelas formações Jandaíra (calcários intercalados por margas, siltitos e folhelhos) e Açú (arenitos com intercalações de siltitos, folhelhos e lentes de calcário no topo). Destacam-se ainda as coberturas aluvionares, quaternárias, formadas por areias, siltes, argilas e cascalhos, que se distribuem ao longo dos principais cursos d'água que drenam o município (a exemplo da planície aluvionar do rio Jaguaribe).

5 - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Praticamente o aquífero mais explorado na área de estudo é o calcário Jandaíra constituído por um sistema cárstico inserido na Formação Jandaíra que abrange os estados do Ceará e Rio Grande do Norte.

Os sedimentos carbonáticos desse aquífero ocorrem no topo e sobrepõem-se ao arenito Açú. Sua porosidade e permeabilidade são essencialmente secundárias e são associadas a fraturamento/dissolução que leva a formação do edifício cárstico.

O aquífero Jandaíra é do tipo livre, onde suas águas, em geral, estão sob condições de pressão atmosférica normal. A recarga acontece pela infiltração pluviométrica direta em áreas de afloramento. Segundo Rebouças et al., (1967), a condutividade hidráulica, em nível regional, é 5×10^{-5} m/s. O escoamento das águas se processa de sul para o norte, em direção ao oceano, com um gradiente médio da ordem de 0,1% (Rebouças op cit). Podem ser considerados como exutórios o escoamento para o mar, as fontes e a transferência para a Formação Açú.

O calcário Jandaíra tem espessura que varia de 250 a 300 metros e aumenta gradativamente de sul para norte da bacia, podendo atingir mais de 500 metros na Plataforma Continental (Texeira e Paiva, 1992; Feitosa, 1996).

6 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

Conforme dados do Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE (1997) e da Secretaria dos Recursos Hídricos (1992), o clima em Quixeré tem como características as temperaturas que variam, em média, de 23 °C a 29 °C, e a precipitação de chuvas em torno dos 750 mm anuais.

O relevo dominante é o planalto sedimentar da chapada do Apodi, bastante regular, com altitudes que não ultrapassam os 250 metros. A planície fluvial do Jaguaribe também é um elemento de destaque na composição geomorfológica do município. Cambissolos predominam na área, encontrando-se também vertissolos e solos aluviais. A vegetação que se desenvolve é a caatinga arbórea (floresta caducifólia espinhosa), a caatinga arbustiva densa com manchas abertas, e porções de mata ciliar (floresta mista dicótilo-palmácea) ao longo das drenagens.

O município está totalmente inserido na bacia hidrográfica do Baixo Jaguaribe. Não apresenta uma rede de drenagem representativa, tendo como destaque o rio Quixeré.

7 - METODOLOGIA E EQUIPAMENTO UTILIZADO

Visando alcançar elevado desempenho na operacionalização deste trabalho e assegurar a obtenção dos resultados pretendidos, os serviços foram executados na seqüência das atividades a seguir indicadas:

1. Levantamento de estudos hidrológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos executados em trabalhos de escritório, campo e de laboratório.
2. Utilização de abordagem interpessoal, contatos com lideranças formais e informais para Cadastro de pontos d'água (poços tubulares, amazonas e mistos), realizou-se um preenchimento de fichas com informações sobre os parâmetros construtivos, litológicos e hidrodinâmicos.
3. Determinação das coordenadas geográficas dos pontos d'água com navegadores GPS, da marca Garmim, modelo III *plus*.
4. Realização de medidas das concentrações de alguns parâmetros físico-químicos *in locu* com condutivímetro (Conductivity METER – WTW) e coletor de água.
5. Realização de medidas de níveis estáticos e dinâmicos com medidor de nível d'água elétrico sonoro da marca hidrosuprimentos.
6. Tratamento estatístico referente às profundidades, vazões, níveis, usos da água e outros, como também das análises físico-químicas para elaboração de um banco de dados, tabelas e gráficos.
7. Resultados alcançados.

8 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados até agora obtidos tiveram dados originados a partir do Projeto intitulado “Plano de Gestão Participativa dos Aquíferos da Bacia Potiguar, Estado do Ceará” em realização pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH, 2008).

O cadastro teve início em setembro e término em novembro de 2007, foi finalizado com 245 pontos d'água, que gerou um arquivo de dados em planilhas do programa *Microsoft Excel*. Dessa forma, os dados foram consistidos para elaboração dos gráficos, tabelas e base temática de pontos d'água (Figura 02).

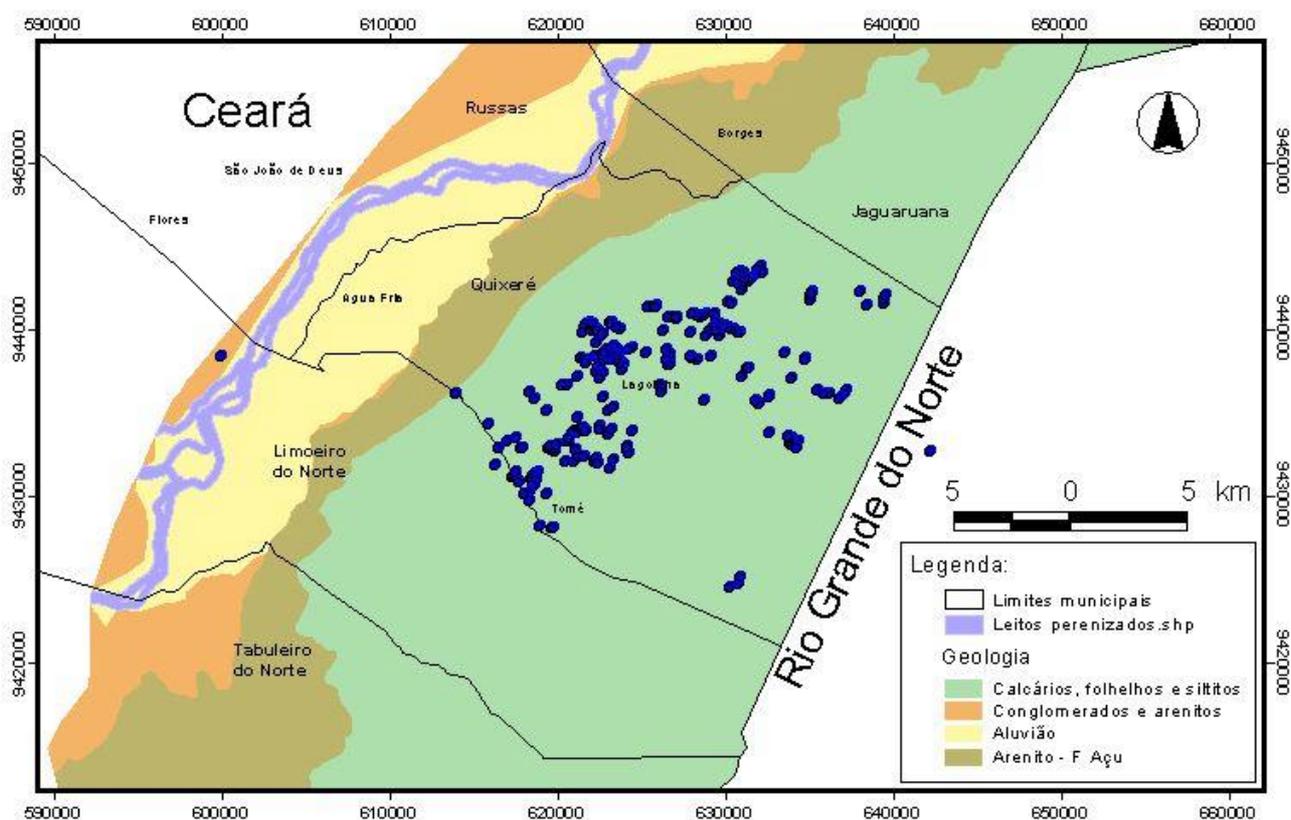


Figura 02 – Base de Pontos D'água

9 - CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE CAPTAÇÃO

A atividade de cadastro de pontos d'água foi encerrada com um registro de 245 poços, sendo 154 tubulares, 53 amazonas e 38 mistos (Figura 03). Sobre o ano de construção de 182 poços, observa-se que para um período de 1940 a 1960, portanto, 20 anos, foram construídos 6 poços, nos últimos 7 anos foram construídos 97 poços, um aumento significativo que demonstra a crescente demanda por água subterrânea (Figura 04).

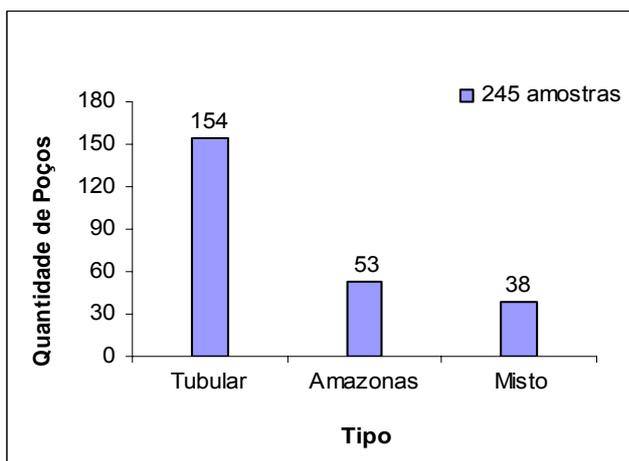


Figura 03 – Tipo de Poço

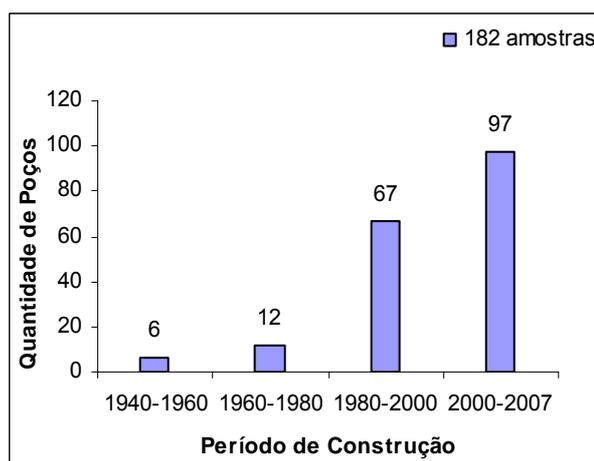
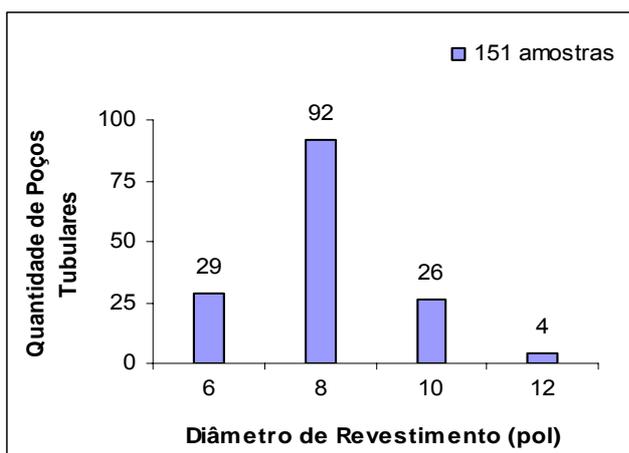


Figura 04 – Período de Construção dos Poços

Quanto à situação do uso de 241 poços, tem-se que 186 estão em operação, 28 desativados, 22 não instalados e 5 secos. Destes 229 são particulares e 16 públicos. O diâmetro de revestimento de 151 poços tubulares e 37 amazonas varia conforme as figuras 05 A e B.



Figuras 05 A – Diâmetro de Poços Tubulares

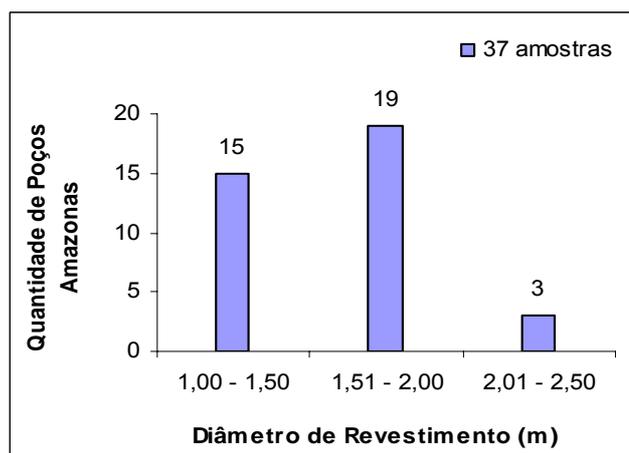


Figura 05 B – Diâmetro de Poços Amazonas

Com relação à finalidade de 242 poços, ressalta-se que 166 são destinados a agricultura, 34 a múltiplos usos, 33 ao abastecimento humano, 7 para pecuária e 2 para indústria (Figura 06).

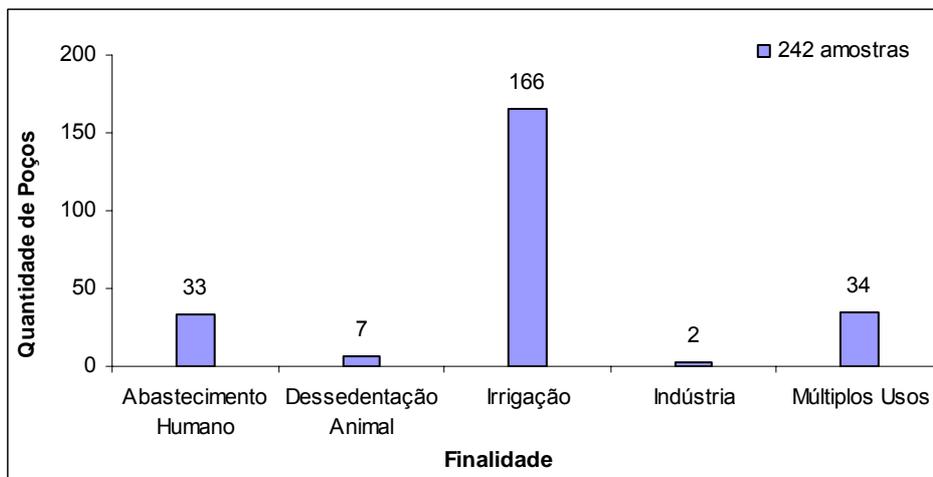


Figura 06 – Finalidade dos Poços

Os poços foram classificados quanto à profundidade de acordo com o Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994 do Governo do Estado do Ceará e podem ser vistos na figura 07, a seguir:

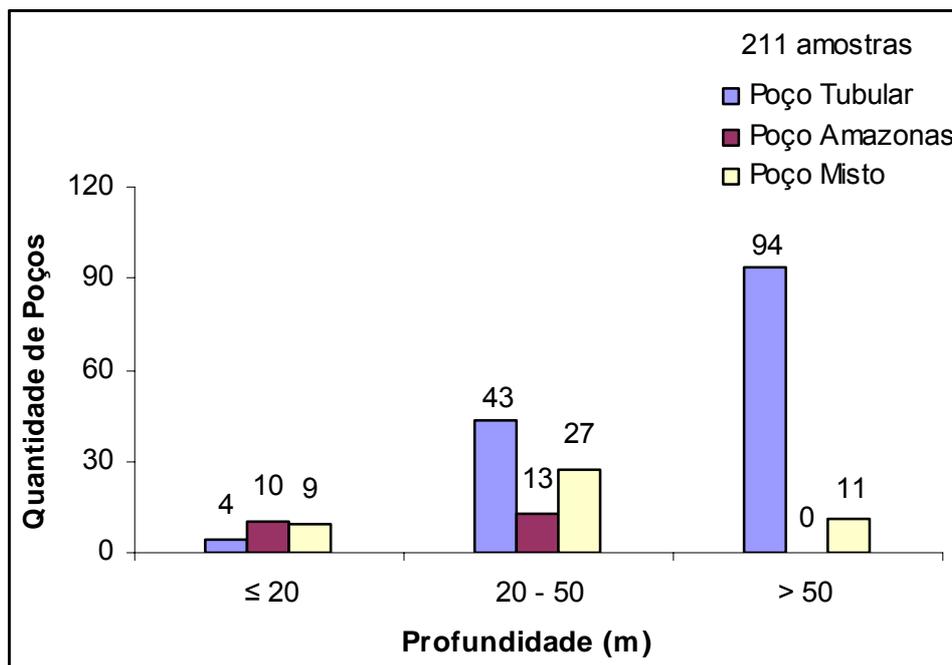


Figura 07 – Classificação dos Poços Quanto a Profundidade

Sobre os aspectos hidrodinâmicos dos pontos d'água analisados tem-se que o nível estático médio para poços tubulares, amazonas e mistos é 11,62; 10,80 e 10,98 metros, respectivamente. O nível dinâmico médio para os mesmos poços é 13,38; 12,01 e 10,39 metros, respectivamente. Observa-se que não há um rebaixamento acentuado para os três tipos de poços. Em relação à vazão,

a média é de 105,86 m³/h para poços tubulares e 52,67 para mistos, não há dados para poços amazonas. As demais informações podem ser vistas na tabela 01 e nas figuras 08 A, B e C.

Tabela 01 – Aspectos Hidrodinâmicos dos Poços

Tipo de Poço	NE (m)			ND (m)			Vazão (m ³ /h)					
	Nº de dados	Min	Max	Med	Nº de dados	Min	Max	Med	Nº de dados	Min	Max	Med
Tubular	78	3,96	35,28	11,62	52	6,15	50,00	13,38	77	0,50	240,00	105,86
Amazonas	28	5,61	18,8	10,80	10	8,25	16,90	12,01	–	–	–	–
Misto	28	3,88	23,00	10,98	21	5,20	19,80	10,39	15	15,00	120,00	52,67

Legenda: NE – nível estático; ND – nível dinâmico; – Sem informação.

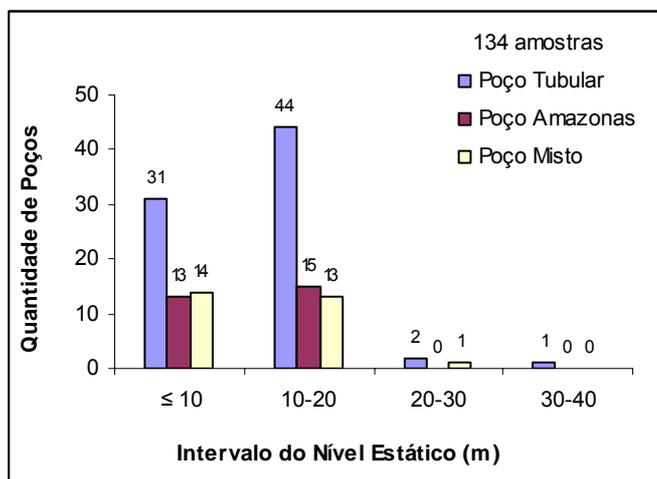


Figura 08 A – Intervalo do Nível Estático

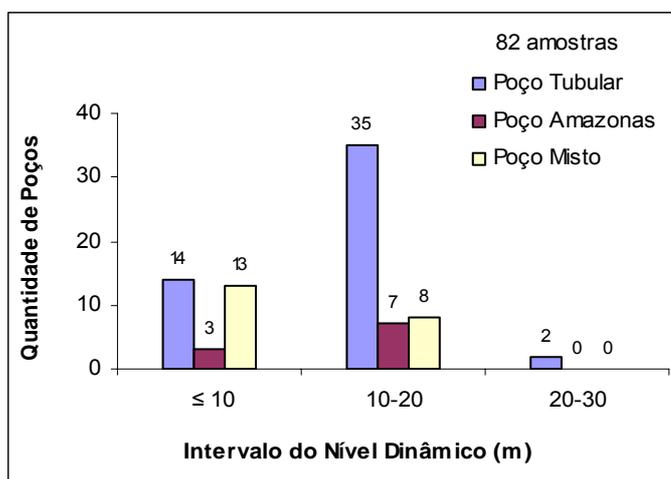


Figura 08 B – Intervalo do Nível Dinâmico

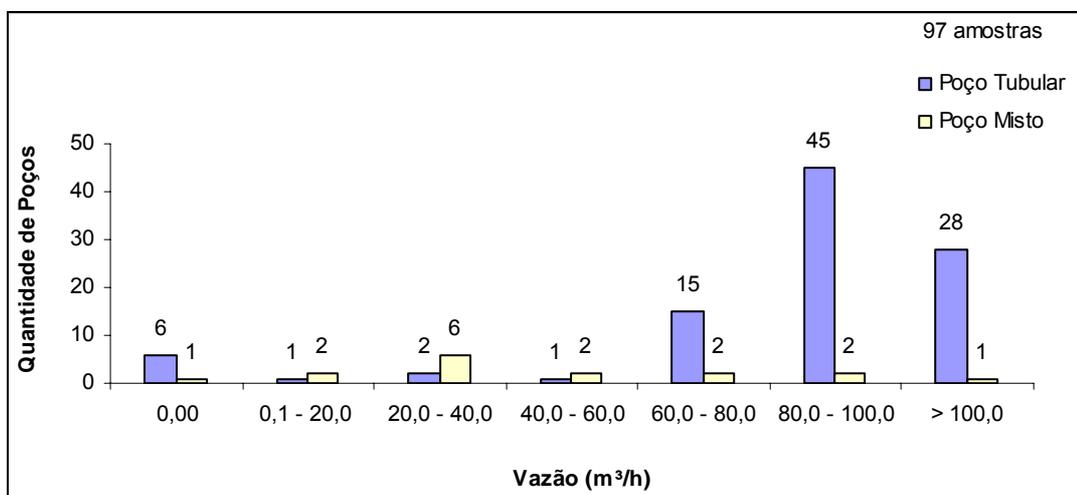


Figura 08 C - Vazão

10 - CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA ÁGUA

10.1 - Sólidos Totais Dissolvidos

Os sólidos totais dissolvidos (STD) representam a concentração de todo material dissolvido na água, seja ele volátil ou não. De um total de 182 amostras analisadas, pode-se observar que a concentração média encontrada foi de 1.214 mg/L, mínima de 275 mg/L e máxima de 3.214 mg/L. De acordo com a classificação indicada para agricultura por Mc Neely (1979), podem-se coadunar as concentrações encontradas e a quantidade de poços como visto na tabela 02 e figura 09.

Tabela 02 – Concentração de STD das Águas Subterrâneas para Uso na Agricultura

Tipo de Água para Irrigação	Intervalo (mg/L)	Quantidade de Poços
Doce	≤ 1.000	30
Ligeiramente salobra	$1.000 < \text{STD} \leq 3.000$	151
Moderadamente salobra	$3.000 < \text{STD} \leq 10.000$	1
Salgada	$10.000 < \text{STD} \leq 100.000$	0
Salmoura	$\text{STD} > 100.000$	0

Fonte: Mc Neely, 1979

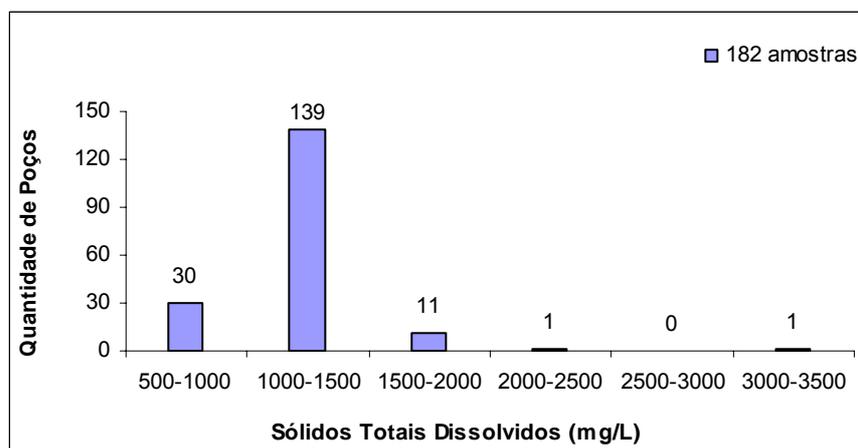


Figura 09 – Valores de Sólidos Totais Dissolvidos

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 1999), as águas subterrâneas, em termos de potabilidade, podem ser doce, salobra e salgada. As amostras analisadas foram classificadas como sendo salobras e salgadas, como visto na tabela 03.

Tabela 03 - Concentração de STD das Águas Subterrâneas para Consumo Humano

Tipo de Água para Consumo Humano	Intervalo (mg/L)	Nº de Poços
Doce	$0 < \text{STD} \leq 500$	0
Salobra	$500 < \text{STD} \leq 1.000$	30
Salgada	$\text{STD} > 1.000$	152

Fonte: CPRM, 1999

Porém, de acordo com a Resolução nº 396 de 03 de abril de 2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 30 amostras analisadas estão dentro do padrão de potabilidade preconizado, que é de 1.000 mg/Litro.

10.2 - Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica é um parâmetro que sugere o tipo de material que a água está em contato. Como exemplo tem-se uma maior condutividade nas águas associadas aos calcários do que as associadas aos granitos e quartzitos. A concentração média encontrada foi de 1.729, a mínima 920 e a máxima de 4.710 ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Os resultados de 182 amostras são encontrados na tabela 04 e figura 10.

Tabela 04 – Condutividade Elétrica das Águas Subterrâneas

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Nº de Poços
< 500	0
500 – 1.000	1
1.000 – 1.500	38
1.500 – 2.000	120
≥ 2.000	23

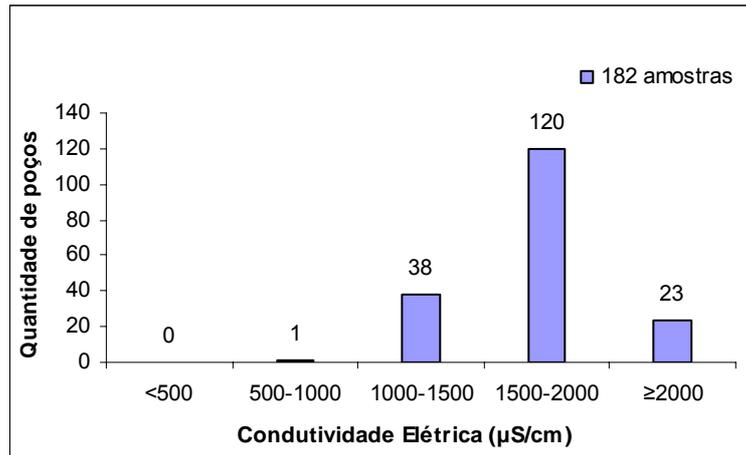


Figura 10 – Valores de Condutividade Elétrica

10.3 - Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico é a medida da concentração de íons H^+ na água. O balanço dos íons hidrogênio e hidróxido (OH^-) determina quão ácida ou básica ela é. Dentro do universo de 182 medidas, os valores oscilam entre 6,57 a 7,89 onde 82 amostras apresentam um caráter levemente ácido, 08 neutro e os 92 restantes refletem o caráter básico (Tabela 05 e Figura 11). O valor médio do pH das águas subterrâneas na área em estudo é de 7,04 com tendência a um caráter neutro. De modo geral, todos os resultados encontrados são aceitáveis pelos padrões recomendados pela Portaria 518/04 (6,0 a 9,5).

Tabela 05 – Potencial Hidrogeniônico

pH	Tipo de Água	Nº de Poços
< 6,0	ácida	0
$6,0 \leq \text{pH} < 7,0$	ácida	82
7,0	neutra	8
$7,0 < \text{pH} \leq 9,5$	básica	92
> 9,5	básica	0
Total	-	182

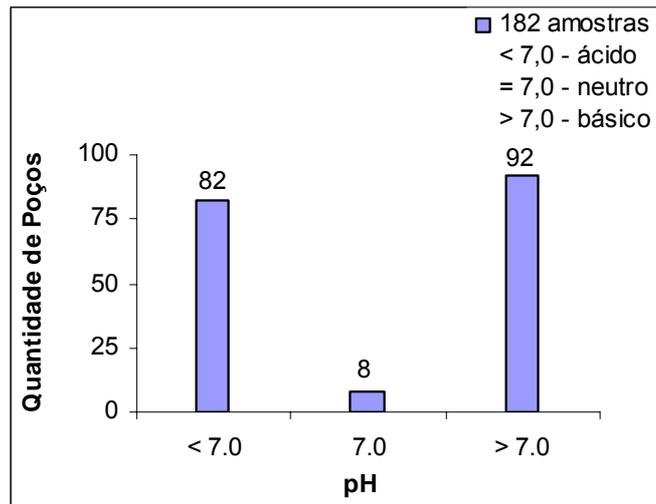


Figura 11 - Potencial Hidrogeniônico

10.4 - Salinidade

É a medida da concentração total de íons dissolvidos na água. Os principais presentes nas águas naturais são o sódio (Na^+), o cloreto (Cl^-), o potássio (K^+), o cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sulfato (SO_4^{2-}) e o bicarbonato (HCO_3^-). A água doce possui salinidade igual a zero, enquanto a água do mar pode ter salinidade variando entre 30 e 36 g/litro. Diversas fontes de água apresentam salinidades intermediárias entre água doce e água do mar. Os resultados encontrados indicam que a média é de 0,85 ppt, mínima de 0,01 ppt e máxima de 2,34 ppt. As concentrações de salinidade das 181 amostras encontradas são vistas na figura 10.

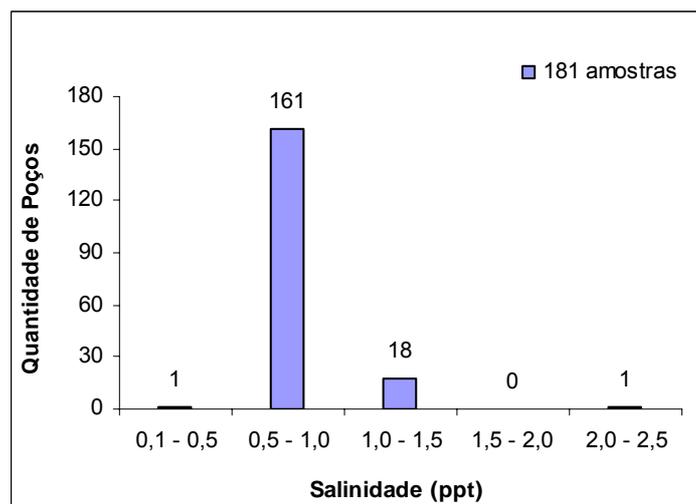


Figura 10 - Salinidade

11 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em relação às características das obras de captação observa-se que num total de 245 registros, tem-se que 60% (154) são poços tubulares, 21% (53) amazonas e 15% (38) mistos. Nos últimos 7 anos houve um aumento de 45% no número de poços construídos. A maioria (60%) dos poços tubulares possuem diâmetros de 8 polegadas e 50% dos poços amazonas possuem diâmetros que varia de 1,50 a 2,00 metros. Sobre a finalidade dos poços tem-se que 68% (166) são destinados à irrigação, seguidos por diversos usos 14% (34), 13% (33) para abastecimento humano e 3% (7) dessedentação animal. A maioria dos poços tubulares (67%) está classificada como profundo, 56% dos poços amazonas estão na classe de mediamente profundo e 23% dos poços mistos são profundos.

Em relação às características hidrodinâmicas das obras de captação observa-se que o nível estático médio é de 11,00 metros e o nível dinâmico médio é de 12,00 metros. A vazão média para poços tubulares é 106 m³/h e para poços mistos é 53 m³/hora.

Em relação às características qualitativas das águas subterrâneas, pode-se afirmar que os resultados encontrados para o parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos (STD) são 1.214 mg/L para média, 275 mg/L para a concentração mínima e 3.214 para máxima. Ressalta-se que somente 16% são águas de boa qualidade para consumo humano, valores abaixo de 1.000 mg/L, aceito pelo Ministério da Saúde. Para Condutividade Elétrica (CE) tem-se média de 1.729 µS/cm, mínima de 920 µS/cm e máxima de 7.710 µS/cm. O Potencial Hidrogeniônico (pH) médio encontrado é 7,04, mínimo de 6,57 e máximo de 7,89, todos os resultados estão dentro do padrão aceitável para potabilidade do Ministério da Saúde. Por último, mas não menos importante, o parâmetro Salinidade onde foi entrado um valor médio de 0,85 ppt, mínimo de 0,01 e máximo de 2,34 ppt.

12 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL – 2004 – Portaria n° 518 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004. Ministério da Saúde. Brasília – DF.

BRASIL – 2008 – Resolução CONAMA n° 396, de 03 de abril de 2008. CONAMA. – Conselho Nacional de Meio Ambiente SEMA. Brasília – DF.

CEARÁ – 1982 – Plano Estadual dos Recursos Hídricos – Plano Estadual dos Recursos Hídricos. Diagnóstico. v.1. Fortaleza – CE.

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – 2008 – Plano de Gestão Participativa dos Aquíferos da Bacia Potiguar, Estado do Ceará (no plero).

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil) – 1999 – Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Edição em CD ROM. Fortaleza – CE.

IBGE – 2007 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Rio de Janeiro.

IPLANCE – Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – 1997. Anuário estatístico do Estado do Ceará. Governo do Estado do Ceará. Secretaria do Planejamento e Coordenação – SEPLAN. CD ROM. Fortaleza – CE.

MC NEELY *et al* – 1979 – In: MESTRINHO, S. S. P. – 1999 – Curso Geoquímica e Contaminação de Águas Subterrâneas, Fortaleza-CE, 100 p.

REBOUÇAS, A. C., 1967 – In: CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil) – 1999 – Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Edição em CD ROM. Fortaleza – CE.

TEXEIRA & PAIVA, 1992; FEITOSA, 1996 – In: CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil) – 1999 – Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Edição em CD ROM. Fortaleza – CE.