

Universidade Federal do Ceará  
Centro de Ciências  
Departamento de Geologia  
**Coordenação do Curso de Mestrado**

**A importância das águas subterrâneas para o  
desenvolvimento socioeconômico do eixo CRAJUBAR,  
Cariri Ocidental - Estado do Ceará**

**Dissertação de Mestrado em Geologia  
Área de Concentração em Hidrogeologia**

**Liano Silva Veríssimo**

Dissertação apresentada e defendida publicamente no dia 17 de dezembro de 1999, diante do júri abaixo assinalado

Presidente (Orientador): Prof. Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante  
Membros: Prof. Dr. Aldo da Cunha Rebouças  
Prof. Dr. Alcides Frangipani

Fortaleza, Dezembro de 1999

*“Por mais que na batalha se vença um ou mais inimigos,  
a vitória sobre si mesmo é a maior de todas as vitórias.”*

*Buda*

## DEDICATÓRIA

*A Deus pela dom da vida*

*Aos meus pais, Raimundo Vertissimo e Cleide*

*A minha esposa e companheira Ana Maria*

*Aos meus filhos Juliana e Ulisses*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante, pela orientação, incentivo, determinação e paciência em todos os momentos e lugares, para a execução deste trabalho.

À minha esposa Ana, meus filhos Juliana e Ulisses, meus pais, irmãs, irmão e sobrinhos, que sempre foram incentivadores e pacientes para comigo.

A todos os professores do Departamento de Geologia/UFC nas pessoas do Prof. Dr. Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco e da Prof.a. Dra. Sônia Maria Silva Vasconcelos, pelo carinho e atenção dispensados à minha pessoa e apoio ao trabalho.

Aos amigos e colegas do curso de pós-graduação Ângela, Ana Valéria, Dalber, Dulce, Irábson, Robério Bôto, Walber Cordeiro e a todos os outros, pela amizade e união durante nossa jornada.

A todos os funcionários do Departamento de Geologia/UFC, pelo carinho e atenção dispensados à minha pessoa.

A CPRM - Serviço Geológico do Brasil, por ter permitido o meu afastamento para fazer o Mestrado na UFC.

Aos amigos e colegas da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Residência de Fortaleza, na pessoa do geólogo Homero Benevides pelo apoio, revisão e discussões técnicas no desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimento especial aos amigos e colegas Antônio Maurílio Vasconcelos, Clodionor Carvalho de Araújo e Thales de Queiroz Sampaio que apoiaram desde o início a idéia para eu fazer o Mestrado.

Aos amigos e colegas José Reginaldo Lima Verde Leal e Marcelo Brasil Ceci pela atenção, revisão e sugestões deste trabalho.

Aos professores visitantes e bolsistas do Departamento de Geologia/UFC nas pessoas dos professores Dr. Alcides Frangipani e Dr. Nelson Ellert, pelos ensinamentos e discussões técnicas em sala de aula.

À Fundação Cearense de Amparo a Pesquisa – FUNCAP, na pessoa do Prof. Dr. Jader Onofre de Moraes, pela concessão da Bolsa de Mestrado, incentivando a realização desta pós-graduação

Aos colegas e dirigentes dos órgãos públicos da SRH/CE, SOHIDRA, DNOCS, FUNCEME, DNPM, FNS, CAGECE e firmas privadas como TERRA Perfurações, PHD Perfurações e AGROSSONDA Ltda., além da cooperativa dos agricultores sediada em Barbalha e prefeituras que gerenciam o abastecimento de água (SAAEC), por facilitarem o acesso às informações que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

DEDICATÓRIA .....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iii
SUMÁRIO .....	v
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas .....	xi
Lista de Quadros .....	xii
Lista de Fotos .....	xiii
Lista de Siglas .....	xiv
RESUMO .....	xv
ABSTRACT .....	xviii
1. INTRODUÇÃO .....	2
1.1 Objetivos .....	2
1.2 Localização da área .....	3
1.3 Aspectos socioeconômicos .....	3
2. METODOLOGIA DE TRABALHO .....	8
2.1 Revisão bibliográfica .....	8
2.2 Cadastramento de poços de água e análises físico-químicas e bacteriológicas .....	10
2.3 Elaboração das bases temáticas .....	11

<b>2.4</b>	<b>Etapas de campo</b>	11
<b>2.5</b>	<b>Caracterização geoambiental, hidrogeológica e hidroquímica</b>	12
<b>2.6</b>	<b>Uso do solo e das águas subterrâneas na área – fontes efetivas e potenciais de poluição</b>	13
<b>2.7</b>	<b>Tratamentos dos dados</b>	14
<b>3.</b>	<b>ASPECTOS GEOAMBIENTAIS</b>	16
<b>3.1</b>	<b>Contexto geológico/estrutural</b>	16
3.1.1	<u>Considerações estruturais</u>	16
3.1.2	<u>Estratigrafia</u>	17
3.1.2.1	Embasamento cristalino	18
3.1.2.2	Formação Mauriti	21
3.1.2.3	Grupo Vale do Cariri	21
3.1.2.3.1	Formação Brejo Santo	21
3.1.2.3.2	Formação Missão Velha	22
3.1.2.4	Formação Abaiara	22
3.1.2.5	Grupo Araripe	23
3.1.2.5.1	Formação Rio da Batateira	23
3.1.2.5.2	Formação Santana	24
3.1.2.5.3	Formação Arajara	25
3.1.2.5.4	Formação Exu	25
3.1.2.6	Depósitos Cenozóicos, Terciário-Quaternário	26
3.1.3	<u>Recursos minerais</u>	26
<b>3.2</b>	<b>Unidades geomorfológicas</b>	28
<b>3.3</b>	<b>Condições climáticas</b>	29
<b>3.4</b>	<b>Recursos hídricos</b>	35
3.4.1	<u>Águas superficiais</u>	35
3.4.2	<u>Águas subterrâneas</u>	36
<b>3.5</b>	<b>Classes de solos</b>	36
<b>3.6</b>	<b>Cobertura vegetal</b>	38
<b>4.</b>	<b>IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS</b>	41
<b>4.1</b>	<b>Aspectos gerais</b>	41
<b>4.2</b>	<b>O aproveitamento das águas subterrâneas na área de estudo</b>	44
<b>4.3</b>	<b>O sistema público de abastecimento de água</b>	46

<b>5.</b>	<b>ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS</b>	<b>52</b>
5.1	Aspectos gerais	52
5.2	Aspectos construtivos dos poços tubulares	56
5.3	Caracterização dos sistemas aquíferos	56
5.3.1	<u>Unidade hidro-estratigráfica 1</u>	59
5.3.2	<u>Unidade hidro-estratigráfica 2</u>	59
5.3.3	<u>Unidade hidro-estratigráfica 3</u>	61
5.3.4	<u>Unidade hidro-estratigráfica 4</u>	61
5.4	Características hidrodinâmicas	62
5.5	Reservas, potencialidade e disponibilidade das águas subterrâneas	64
5.5.1	<u>Reservas</u>	64
5.5.2	<u>Potencialidade</u>	65
5.5.3	<u>Disponibilidades</u>	66
5.5.4	<u>Cálculo da Unidade hidro-estratigráfica 2</u>	67
5.5.5	<u>Cálculo da Unidade hidro-estratigráfica 4</u>	68
5.5.6	<u>Considerações</u>	71
5.6	Hidroquímica	72
5.6.1	<u>Aspectos gerais</u>	72
5.6.2	<u>Caracterização da composição química das águas subterrâneas</u>	75
5.6.3	<u>Classificação iônica</u>	77
5.6.4	<u>Qualidade e uso das águas subterrâneas</u>	80
5.6.4.1	Consumo humano	80
5.6.4.2	Indústria	83
5.6.4.3	Irrigação	85
5.6.4.4	Consumo animal	88
<b>6.</b>	<b>FONTES DE POLUIÇÃO</b>	<b>90</b>
6.1	Introdução	90
6.2	Fontes pontuais	91
6.2.1	<u>Atividade industrial</u>	92
6.2.2	<u>Atividade de mineração</u>	93
6.2.3	<u>Postos de serviços (tanques subterrâneos)</u>	93
6.2.4	<u>Lixões</u>	95
6.2.5	<u>Lagoas de estabilização</u>	96

6.2.6	<u>Cemitérios</u> .....	97
6.2.7	<u>Construção de poços tubulares</u> .....	99
6.3	<b>Fontes difusas</b> .....	102
6.3.1	<u>Saneamento básico</u> .....	102
6.3.2	<u>Águas superficiais poluídas</u> .....	104
6.3.3	<u>Atividade agrícola</u> .....	106
7.	<b>VULNERABILIDADE NATURAL E RISCO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS À POLUIÇÃO</b> .....	108
7.1	<b>Introdução</b> .....	108
7.2	<b>Características da vulnerabilidade natural dos aquíferos</b> .....	110
7.3	<b>Classes da vulnerabilidade natural dos aquíferos</b> .....	112
7.4	<b>Áreas críticas</b> .....	116
7.4.1	<u>Disposição dos resíduos sólidos</u> .....	119
7.4.2	<u>Atividade de mineração</u> .....	119
7.4.3	<u>Atividade industrial</u> .....	120
7.4.4	<u>Saneamento “in situ”</u> .....	120
7.4.5	<u>Poços abandonados</u> .....	121
8.	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	123
8.1	<b>Conclusões</b> .....	123
8.2	<b>Recomendações</b> .....	128
9.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	131
	<b>APÊNDICE</b> .....	138
	<b>Apêndice 1 - Catálogo geral de poços tubulares</b> .....	138

## LISTA DE FIGURAS

1.1	Localização da área de estudo . . . . .	4
3.1	Geologia da área de estudo . . . . .	20
3.2	Unidades geomorfológicas da área de estudo . . . . .	29
3.3	Aspectos das isoietas na área de estudo . . . . .	30
3.4	Hietogramas de precipitações médias mensais (mm) . . . . .	32
3.5	Tipos de solos na área de estudo . . . . .	37
3.6	Cobertura vegetal na área de estudo . . . . .	38
4.1	Abastecimento público de água em parte da região do Cariri-CE . . . . .	42
4.2	Evolução temporal da perfuração de poços tubulares nos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte - CE . . . . .	43
4.3	Distribuição espacial dos poços tubulares na área de estudo . . . . .	45
4.4	Situação dos poços tubulares cadastrados por municípios na área . . . . .	44
4.5	Distribuição espacial do aproveitamento dos poços tubulares na área de estudo . . . . .	47
4.6	Relação entre população urbana, população atendida e oferta d'água . . . . .	49
4.7	Relação entre a disponibilidade efetiva anual e a demanda para abastecimento público . . . . .	50
5.1	Histogramas dos principais parâmetros dos poços da área de estudo . . . . .	55
5.2	Perfil construtivo/litológico do poço tubular (P-276) São Raimundo II Aqüífero Rio da Batateira - Crato - CE . . . . .	57
5.3	Distribuição espacial dos poços amostrados para análises . . . . .	73
5.4	Distribuição dos valores de Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C) das águas subterrâneas dos poços tubulares da área . . . . .	76
5.5	Distribuição dos valores de pH das águas subterrâneas dos poços tubulares da área . . . . .	77
5.6	Fácies químicas das águas subterrâneas na área de estudo . . . . .	78
5.7	Potabilidade das águas subterrâneas da área de estudo. . . . .	82
5.8	Classificação das águas subterrâneas para irrigação . . . . .	87
6.1	Distribuição do volume armazenado por tipo de combustível nos municípios da área de estudo. . . . .	94

6.2	Relação entre população urbana e produção de resíduos por dia nos três municípios .....	96
7.1	Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural do aquífero. ....	111
7.2	Vulnerabilidade natural do aquífero da área de estudo .....	114
7.3	Mapa de carga potencial poluidora das águas subterrâneas da área de estudo .....	117
7.4	Zoneamento de áreas críticas baseado na integração da vulnerabilidade natural e a carga poluidora .....	118

## LISTA DE TABELAS

4.I	Características da profundidade e vazão dos poços do sistema público de abastecimento de água . . . . .	48
4.II	Abastecimento público da área de estudo . . . . .	49
4.III	Oferta d'água considerando-se a taxa "per capita" 150L/hab/dia . . . . .	50
5.I	Parâmetros estatísticos dos poços da área de estudo . . . . .	54
5.II	Parâmetros técnicos de poços tubulares nos municípios do Crato e Barbalha . . . . .	58
5.III	Características dos poços bombeados nos municípios do Crato e Juazeiro do Norte . . . . .	64
5.IV	Valores das reservas, potencialidade e disponibilidades dos sistemas aquíferos da área de estudo . . . . .	72
5.V	Relação das análises das águas subterrâneas da área de estudo . . . . .	74
5.VI	Classificação iônica por município das águas subterrâneas de poços tubulares da área de estudo . . . . .	79
5.VII	Análises bacteriológicas das águas subterrâneas dos poços tubulares, situados na área de estudo . . . . .	83
5.VIII	Relação dos dados de Condutividade Elétrica e de SAR das águas subterrâneas . . . . .	86
5.IX	Classificação das águas subterrâneas para irrigação . . . . .	88
6.I	Distribuição do volume armazenado por tipo de combustível nos municípios da área de estudo . . . . .	94
6.II	Tipo de disposição e produção dos resíduos sólidos por município. . . . .	96
6.III	Classificação da carga poluidora para as águas subterrâneas por município . . . . .	103
7.I	Índice de vulnerabilidade de cada unidade geológica aflorante dos aquíferos estudados e sua classificação . . . . .	113
7.II	Classificação da carga poluidora produzida pela atividade industrial para as águas subterrâneas por município. . . . .	120

## LISTA DE QUADROS

3.I	Coluna estratigráfica da bacia do Araripe–CE . . . . .	19
3.II	Relação das substâncias minerais e a situação atual dos processos junto ao DNPM . . . . .	27
3.III	Balanço hídrico mensal – segundo Thornthwaite & Mather . . . . .	34
5.I	Características hidrogeológicas das formações da área de estudo . . . . .	53
5.II	Classificação das águas subterrâneas da área de estudo segundo a dureza . . . . .	75
5.III	Critérios de qualidade da água para indústria . . . . .	84
6.I	Principais atividades potencialmente poluentes das águas subterrâneas . . . . .	91

## LISTA DE FOTOS

5.1	Poço amazonas “Oásis”. Localidade Estrela, Barbalha-CE (1996) . . . . .	60
6.1	Lagoa de estabilização localizada no município de Juazeiro do Norte-CE. . . . .	98
6.2	Poço P – 269 no Parque de Exposição do Crato, situado às margens de um córrego poluído por esgoto doméstico. . . . .	101
6.3	Poço P – 346 localizado nas aluviões do riacho Salgadinho (Juazeiro do Norte), que recebe efluentes domésticos e dos curtumes situados a montante . . . . .	105

## TABELAS DE SIGLAS

1. Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE
2. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM
3. Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM
4. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS
5. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME
6. Fundação Nacional de Saúde - FNS
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
8. Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE
9. Organização Mundial de Saúde - OMS
10. Produto Interno Bruto - PIB
11. Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará - SRH/CE
12. Sociedade Anônima de Água e Esgotos do Crato - SAAEC
13. Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA
14. Valor Máximo Permissível – VMP

## RESUMO

A área de estudo está localizada na região do Cariri, sul do estado do Ceará, constituída por parte dos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte, perfazendo 410 km<sup>2</sup>. Inserida na bacia do Araripe, esta região possui os melhores sistemas aquíferos do estado, onde estão as maiores reservas de água subterrânea, de boa qualidade, abastecendo a maioria dos municípios através de poços tubulares ou fontes.

O acelerado crescimento da população e da indústria tem contribuído para um aumento no consumo de água subterrânea. O uso desordenado e a ausência de medidas de proteção desse manancial levam à necessidade mais urgente de uma definição de regras e critérios para gerenciar tais recursos.

Esta pesquisa tem por objetivo geral realizar a caracterização das águas subterrâneas, e sua importância para o desenvolvimento social e econômico da região Cariri.

A área constitui-se de rochas sedimentares, desde o Siluro-Devoniano até o Cretáceo e, uma pequena parte de rochas Pré-Cambrianas.

Foram definidos quatro (4) unidades hidro-estratigráficas. A unidade 1 compõe-se das aluviões e coberturas, onde encontram-se os poços de pequena profundidade e grandes diâmetros. A 2 tem grande importância para a bacia, com a função de realimentar os aquíferos subjacentes. A 3 não apresenta vocação

hídrica, sendo considerado um aquíclode. A unidade hidro-estratigráfica 4 constitui-se no melhor aquífero do Estado, responsável pelo abastecimento público das populações de vários municípios

O Cadastro Geral de Poços Tubulares é composto de 548 poços tubulares, sendo 25,2% em Barbalha, 32% no Crato e 42,8% em Juazeiro do Norte, com uma densidade de 1,3 poço/km<sup>2</sup>. O maior número de poços abandonados pertence ao município de Juazeiro do Norte (63,3%), e melhor aproveitamento ao de Barbalha com relação “*em uso x abandonado*” de 13 por 1. Os poços são utilizados na indústria (6,1%), na irrigação (12%) e outros tipos (81,8%).

O sistema de abastecimento público hoje, tem uma taxa média “per capita” de 340 L/hab./dia, que é maior do que o recomendado em projetos técnicos (150 L/hab./dia).

A reserva permanente é de 5,31 bilhões de m<sup>3</sup> e a reserva reguladora de 93,8 milhões de m<sup>3</sup>/ano para os sistemas aquíferos intergranular 2 e 4 juntos. A disponibilidade efetiva é de 263.800 m<sup>3</sup>/dia e a disponibilidade atual de 140.000 m<sup>3</sup>/dia.

A qualidade das águas subterrâneas é, no geral, boa. A condutividade elétrica está abaixo de 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C e a dureza tem valor médio de 91 mg/L CaCO<sub>3</sub>. O valor médio do pH é 6,8 (caráter levemente ácido) e o STD de 134 mg/L. A relação iônica entre ânions e cátions é :  $r\text{HCO}_3^- > r\text{Cl}^- > r\text{SO}_4^{++}$  e  $r\text{Mg}^{++} > r\text{Ca}^{++} > r\text{Na}^+$ , refletindo águas bicarbonatadas magnesianas. As análises bacteriológicas das águas revelaram a presença de bactérias do tipo *Escherichia coli* e *Klebsiella Sp*, indicativas de poluição por matéria orgânica. A maioria das águas são do tipo C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>, com baixos riscos de salinidade e sódio.

As fontes potenciais de poluição das águas subterrâneas tem origem da atividade industrial, postos de serviço, lixões, lagoa de estabilização, cemitérios, poços construídos sem critérios técnicos, saneamento básico, águas superficiais poluídas e atividade agrícola, com a maioria gerando resíduos para o meio natural, colocando as águas subterrâneas sob risco de poluição.

Os maiores índices de vulnerabilidade natural estão associados aos sedimentos aluvionares (*Extremo-baixo*); às formações Rio da Batateira e Mauriti

(*Alto-alto*); Exu e às coberturas (*Alto-baixo*). Os menores estão associados às formações Arajara (*Médio-alto*), Santana e Brejo Santo (*Médio-baixo*).

As zonas de maior risco ambiental concentram-se na zona urbana de cada município, com uma concentração mais elevada na região do município de Juazeiro do Norte, em consequência de uma maior concentração das atividades geradoras de poluentes, neste município, e alto índice de vulnerabilidade do sistema aquífero local.

## Abstract

The area under study is located in Cariri region, in the south of the State of Ceará, and comprises part of the municipalities of Barbalha, Crato and Juazeiro do Norte, totaling a surface area of 410 km<sup>2</sup>. Enclosed in Araripe Basin, this region has the largest groundwater supplies of good quality and serves most of the municipalities by means of drilling wells or springs.

The accelerated growth of both the population and industrial sector has contributed for an increased consumption of groundwater. The disorderly use of such water resources and the lack of protective measures make more urgent the need to define standards and criteria to manage such resources.

The general objective of this research is to characterize groundwater and their importance for the social and economic development of Cariri region.

The area is constituted of sedimentary rocks from Silurian-Devonian to Cretaceous periods, while a small portion is constituted of Precambrian rocks.

Four (4) hydrostratigraphic units have been defined. Unit 1 is composed of alluviums and covers, where low-depth and large-diameter wells can be found. Unit 2 is highly important for the basin, due to its function of recharging the underlying aquifers. Unit 3 shows no hydraulic vocation and is thus considered as an *aquichlude*. The hydrostratigraphic unit 4 constitutes the

best aquifer in the State and is responsible for the public water supply to the populations of several municipalities.

The General Drilling-Well Register lists 548 drilling wells, 25.2% of which are located in Barbalha, 32% in Crato and 42.8% in Juazeiro do Norte, representing a density of 1.3 well/km<sup>2</sup>. The highest number of abandoned wells is located in the municipality of Juazeiro do Norte (63.3%), while the best use is achieved in Barbalha, showing a "in use : abandoned" relation equal to 13:1. Wells are used for industries (6.1%), irrigation (12%) and others (81.8%).

Currently, public water supply system shows an average per capita rate of 340 L/inhabit/day, which is higher than that recommended in technical projects (150 L/inhabit/day).

Permanent reserves amount to 5.31 billion cubic meters, while the regulating reserves amount to 93.8 million m<sup>3</sup>/year for the intergranular aquifer systems 2 and 4 together. Effective availability amounts to 263,800 m<sup>3</sup>/day, while the current availability amounts to 140,000 m<sup>3</sup>/day.

In general, groundwater quality is good. Electric conductivity is below 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  at 25°C and hardness averages 91 mg/L CaCO<sub>3</sub>. Average pH is 6.8 (lightly acid) while STD is 134 mg/L. Ionic relation between anions and cations is:  $r\text{HCO}_3^- > r\text{Cl}^- > r\text{SO}_4^{++}$  and  $r\text{Mg}^{++} > r\text{Ca}^{++} > r\text{Na}^+$ , reflecting magnesian bicarbonate waters. Bacteriological analyses revealed the occurrence of bacteria of *Escherichia coli* and *Klebsiella Sp* types, which are indicative of organic matter pollution. Most of the waters are of C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub> type, with low risks of salinity and sodium.

Potential groundwater polluting sources originate from industrial activities, storage tanks and pipelines, landfills, stabilization lakes, cemeteries, wells constructed without any technical criteria, sewerage, polluted surface waters and agricultural activities, most of which generate waste to the environment and put groundwater under pollution risk.

The highest natural vulnerability rates are associated with alluvial sediments (*Extreme-low*); with Rio da Batateira and Mauriti formations (*High-high*); Exu and covers (*High-low*). The lowest rates are associated with Arajara (*Medium-high*), Santana and Brejo Santo (*Medium-low*) formations.

The zones subject to the highest environmental risks concentrate in the urban zone of each of the municipalities, being this concentration higher in the municipality of Juazeiro do Norte, as a result of a higher concentration of pollution-generating activities in that municipality, and the high vulnerability rate of the local aquifer system.

## 1. INTRODUÇÃO

Inserida na bacia do Araripe a região do Cariri possui os melhores sistemas aquíferos do estado do Ceará, onde situam-se as maiores reservas de água subterrânea, quase sempre de boa qualidade, abastecendo a maioria (80%) dos municípios através de poços tubulares e/ou fontes.

Com a necessidade cada vez maior de água potável para atender à crescente demanda, os recursos hídricos subterrâneos são mais explorados, visto que apresentam diversas vantagens quanto a qualidade, quantidade, localização, baixo custo de captação e tratamento.

O acelerado crescimento da população e da indústria na região, tem concorrido para um aumento no consumo de água subterrânea. O uso desordenado e a ausência de medidas de proteção desse manancial levam à necessidade mais urgente de uma definição de regras e critérios para gerenciar tais recursos.

O termo CRAJUBAR, muito utilizado pelos habitantes da região, serve para designar a área que abrange os três mais importantes municípios da região: Crato (CRA), Juazeiro do Norte (JU) e Barbalha (BAR).

## 1.1 Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivo geral realizar a caracterização das águas subterrâneas, bem como sua importância para o desenvolvimento socioeconômico da região de CRAJUBAR, Cariri ocidental, sul do estado do Ceará.

São objetivos específicos:

- Avaliação da situação atual dos poços tubulares
- Caracterização dos sistemas aquíferos
- Avaliação das reservas, recursos e disponibilidades hídricas
- Avaliação da qualidade das águas subterrâneas
- Caracterização do uso e ocupação do meio físico, que, ao ocorrerem de modo desordenado, impreterivelmente geram impactos as águas subterrâneas
- Caracterização das zonas aquíferas vulneráveis a contaminação antrópica.

## 1.2 Localização da área

A área de estudo está localizada na parte sul do estado do Ceará a 538 km de Fortaleza, situando-se entre as coordenadas 07<sup>o</sup> 10' e 07<sup>o</sup> 25' S, 39<sup>o</sup> 10' e 39<sup>o</sup> 30' W Gr (Figura 1.1). Engloba parte dos municípios de Barbalha (158 km<sup>2</sup>), Crato (158 km<sup>2</sup>) e Juazeiro do Norte (94 km<sup>2</sup>), perfazendo uma área de 410 km<sup>2</sup>. O acesso pode ser feito a partir de Fortaleza – capital do Estado, através da rodovia federal BR-116 e das rodovias estaduais CE-060, CE-292 e CE-293.

## 1.3 Aspectos socioeconômicos

O Cariri representa uma das mais importantes regiões em desenvolvimento no estado do Ceará, considerada no presente trabalho a mesma

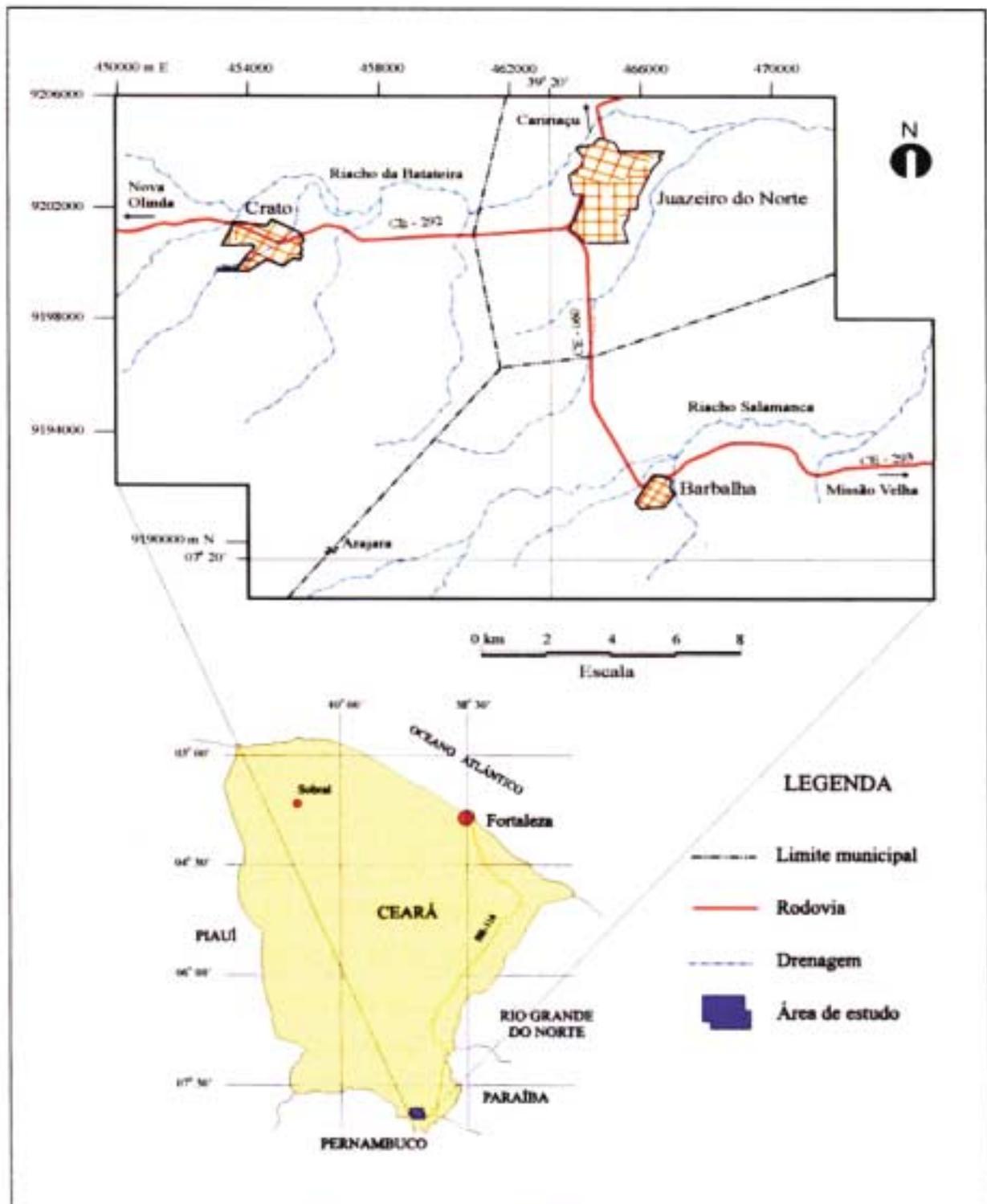


Figura 1.1 - Localização da área de estudo

do IBGE, utilizada para distribuição populacional (*in* IPLANCE, 1998) denominada de microrregião do Cariri, constituída de 8 municípios: Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras, Santana do Cariri e Jardim.

No Censo Demográfico de 1991 do IBGE foram constatadas para os três municípios, populações urbana e rural de 279.132 e 34.861 habitantes, respectivamente. A estimativa para o ano 2000 é de 393.000 e 23.100 habitantes, mostrando uma tendência de emigração da população rural para os grandes centros urbanos. O município de Juazeiro do Norte apresenta o maior índice de urbanização, com uma concentração de mais de 90% de sua população na zona urbana.

Segundo estudos do IPLANCE (*op. cit.*), o PIB – Produto Interno Bruto dos três municípios, que mede o valor dos bens e serviços finais produzidos, atingiu o montante de R\$ 800.4 milhões em 1996, equivalente a 55.6% da região e a 4,6% do total do Estado. No mesmo ano, a renda média anual por habitante da região alcançou R\$ 2.236.00, correspondente a 88,6% da renda média do cearense, que foi de R\$ 2.525.00.

No setor industrial, segundo informações da secretaria da fazenda do Estado (*in* ALVES, 1999), em 1996 existiam na microrregião do Cariri 1.102 estabelecimentos, correspondendo a 9,9% do total estadual. Cerca de 69,8% (769) dessas indústrias estão localizadas no eixo CRAJUBAR, e quase a metade (543) estão em Juazeiro do Norte, onde se concentra o maior parque industrial da região. O consumo industrial de energia elétrica, indicador que reflete com razoável aproximação o nível de produção industrial alcançou, em 1997, 40.542 MWh, ou 2,9% do total estadual.

O setor de serviços na microrregião de Cariri, segundo dados do IPLANCE (*op. cit.*), contava com 5.830 estabelecimentos comerciais, dos quais 5.626 do subsetor varejo (6,8% do Estado) e 204 estabelecimentos do subsetor atacadista (6,4% do Estado). No subsetor varejista predominam estabelecimentos de médio porte, sobretudo lojas, mercearias, padarias, quitandas, açougues, bares e outros. Os municípios que compreendem a área dispõem de 17 agências bancárias, 11 emissoras de rádio, além de cinemas e teatro.

Segundo SANTOS *et al* (1999), a atividade agrícola hoje nessa região é constituída pelas culturas da cana-de-açúcar, algodão herbáceo, tomate rasteiro, banana, arroz, manga, fumo e feijão com área total irrigada de 7.185 ha. A cana-de-açúcar é a cultura que ocupa a maior área na região, aproximadamente 5.000 ha concentrados nos municípios de Barbalha e Missão Velha (60%) e o restante no Crato e em Juazeiro do Norte. Como fruticultura, a banana é a fruta mais produzida na região.

CARVALHO *et al* (1999) citam que o setor pecuário do Cariri contempla atividades como bovinocultura, identificada como a mais intensa da região; ovinocultura representada com 7,5% (ovinos) e 14,4% (caprinos) do total do efetivo do Ceará; a avicultura com 9,5%, e a apicultura com 46,2% (166.949 kg) da produção do Estado no ano de 1995.

O turismo no Cariri é decorrente de um acervo paisagístico (região serrana) dos balneários Caldas, em Barbalha, e Granjeiro, Cascata, Serrano e Nascente, no Crato; de ricos sítios paleontológicos (chapada do Araripe); de artesanatos (cipó, fibra, palha, tecelagem, metal e ourivesaria) e da serra do Horto, que abriga a estátua do Padre Cícero, em Juazeiro do Norte.

A rede de ensino do 1º e 2º graus está constituída por 375 estabelecimentos públicos e privados, totalizando 2.200 salas de aula; uma escola técnica federal e uma universidade estadual. No setor de saúde são 66 postos de saúde e 7 instituições hospitalares.

O sistema de esgotamento sanitário dos municípios é praticamente inexistente, pois apenas a cidade de Juazeiro do Norte possui esse serviço, e segundo a CAGECE com 20.796 ligações.

O abastecimento de água é feito pela CAGECE nas cidades de Juazeiro do Norte e Barbalha, e pela SAAEC no Crato, contanto com 74.139 ligações e uma oferta d'água de 4.369 m<sup>3</sup>/h, resultando numa taxa média "per capita" de 340 L/hab/dia.

## 2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia adotada para a execução desse trabalho constou de diferentes etapas, abordadas a seguir.

### 2.1 Revisão bibliográfica

Objetivou o levantamento bibliográfico sobre a área de estudo, constando do levantamento de dados referentes a geologia, hidrogeologia, aspectos sócioeconômicos e geoambientais, além de mapas temáticos. Esta pesquisa foi realizada junto aos órgãos públicos e privados, servindo esses dados para um melhor conhecimento das características da região, ajudando na elaboração de mapas bases preliminares de trabalho. Dentro dos trabalhos pesquisados listados na bibliografia, destacam-se alguns de caráter hidrogeológico como veremos a seguir.

GASPARY *et al* (1967) – constitui-se num dos primeiro trabalhos sobre as águas subterrâneas realizado no Estado do Ceará, bem como na região do Cariri. Teve como objetivo a realização do estudo geral das águas subterrâneas do Vale do Jaguaribe, constando de um inventário de poços, elaboração de mapas geológicos, estudos hidrogeológico e hidroquímico das águas subterrâneas e

determinação das reservas e condições de exploração. Para a região do Alto Jaguaribe (chapada do Araripe e Cariri) foram obtidos os seguintes resultados: Reservas ( $4,5 \times 10^9 \text{m}^3$ ) e escoamento ( $41,0 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$ ).

STUDART (1991) – trata-se de uma correlação entre valores de pluviometria e de vazões de duas fontes localizadas no município de Barbalha, com defasagem de 6 a 8 meses através de medidas quinzenais durante dois anos, com resposta hidráulica vertical rápida. Entretanto, as medidas de trício indicaram a idade das águas da ordem de vinte e dois de anos para o fluxo horizontal lento.

CEARÁ (1992) – constitui-se no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), *instrumento básico de viabilização da Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará*. Teve como objetivos: *i)* determinar as efetivas potencialidades e disponibilidades hídricas do Ceará; *ii)* analisar a nível de planejamento, as alternativas de infra-estrutura hídrica viáveis, tanto para os anos secos como os normais, e; *iii)* definir a criação de um Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará.

RIBEIRO *et al* (1996) - trata dos recursos hídricos e minerais do município de Barbalha, chamando atenção para a super exploração das águas subterrâneas, sua qualidade, aproveitamento e atividades antrópicas, que podem a vir afetar essas águas.

MONT'ALVERNE *et al* (1996) – este trabalho teve como objetivo a avaliação do potencial hidrogeológico da bacia do Araripe, e a determinação de parâmetros que permitissem a racionalização da captação das águas subterrâneas para consumo humano, industrial e agrícola. Geologicamente foram definidas unidades estratigráficas e grandes lineamentos estruturais responsáveis pela estruturação da bacia. Hidrogeologicamente foram definidos os sistemas aquíferos, suas reservas, recursos e disponibilidades. Foram cadastrados cerca de 1.485 poços tubulares e 344 fontes naturais.

SANTIAGO *et al* (1996) - baseado em medições dos isótopos carbono-14, e oxigênio-18 e da condutividade elétrica das águas dos aquíferos localizados na região do Cariri, foi possível identificar e descrever a circulação e mistura de paleoáguas infiltradas na chapada e armazenadas diretamente nas diferentes

formações aquíferas, com águas pluviais recentes, infiltradas diretamente no vale nestas formações.

MENDONÇA (1996) - através de estudo de uma bateria de 17 poços da CAGECE que abastece a cidade de Juazeiro do Norte, demonstrou que a exploração desordenada das águas subterrâneas naquele município, estão comprometendo seriamente o potencial quantitativo e qualitativo do aquífero.

SILVA (1996) - o objetivo desse trabalho era estudar a dinâmica das águas subterrâneas do Cariri, utilizando-se medidas isotópicas de carbono - 14, carbono - 13, oxigênio - 18, trício e deutério, medidas químicas dos íons mais abundantes, condutividade elétrica e perfis geológicos. A partir desses dados, foi elaborado um modelo fenomenológico de circulação de água em toda a bacia, identificando três tipos diferentes de exutórios: *i)* fontes situadas no contato das formações Exu com Arajara; *ii)* fontes na própria Formação Arajara, e; *iii)* fontes no contato das formações Arajara com Santana. Foi identificado também a existência da recarga dos aquíferos mais profundos através de infiltração local das águas pluviais nas áreas de recarga e por percolação na chapada do Araripe.

LEITE (1997) - trata de um estudo sob o aspecto da dinâmica de salinização das águas armazenadas em dois sistemas aquíferos subterrâneos, o sistema aquífero médio poroso e o sistema aquífero inferior fraturado. As águas dos dois sistemas são bicarbonatadas mistas, mas diferem quanto aos elevados valores de condutividade elétrica, sendo maior nos sistema aquífero inferior fraturado.

## **2.2 Cadastramento de pontos de água e análises físico-químicas e bacteriológicas**

Esse cadastramento teve como objetivo o levantamento das fichas técnicas dos poços tubulares, fontes e das análises físico-químicas e bacteriológica. Foi realizado junto aos órgãos públicos (SRH/CE, SOHIDRA, DNOCS, FUNCEME, DNPM, FNS, CAGECE, CPRM), firmas privadas que trabalham na região (TERRA Perfurações, PHD Perfurações e AGROSSONDA

Ltda.), além de cooperativas de agricultores e prefeituras que gerenciam o abastecimento local, a exemplo da SAAEC. Alguns dados de análises foram obtidos junto com as fichas de poços, porém a maioria foi coletada dos poços cadastrados em campo.

Através do PERH (CEARÁ *op. cit.*), foram inventariadas 321 fichas técnicas de poços tubulares para os três municípios, enquanto MONT'ALVERNE *et al (op. cit.)* cadastrou 519 poços. durante a execução do Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe. O cadastramento realizado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM. no Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento no estado do Ceará (set./1998). registrou 601 poços tubulares nos três municípios. Vale ressaltar que alguns poços não possuem informações como profundidade, nível estático, vazão etc.. em função da ausência de dados nas fichas de poços.

### **2.3       Elaboração das bases temáticas**

Nesta etapa foi feita a integração, uniformização e tratamento preliminar dos dados, culminando, inicialmente na elaboração de mapas preliminares utilizados nas etapas seguintes (mapa de pontos – poços tubulares e mapa geológico compilado), objetivando os primeiros estudos, a localização e distribuição espacial dos poços tubulares, correlacionando as características dos poços com a geologia, para a partir daí fazer planejamento para novas atividades.

### **2.4       Etapas de campo**

O trabalho de campo começou em 1995, quando da realização do Projeto Avaliação Ambiental da Região do Cariri, executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em duas etapas de campo. A primeira teve início em julho/95 com objetivo de verificar a acuracidade dos dados levantados e a obtenção de informações complementares e/ou novos dados. Em campo foram

realizadas medidas de nível estático, pH, temperatura e condutividade elétrica das águas, bem como a coleta de informações sobre o estado e uso atual das obras de captação. A segunda etapa de campo foi realizada em novembro/95, para efetuar novas medidas dos parâmetros anteriores e coletar amostras de água subterrânea para análises físico-químicas e bacteriológicas.

Em setembro/98, durante o Recenseamento de Poços no Estado do Ceará, foram levantados novos dados para serem anexados às informações já obtidas no cadastramento preliminar, além da delimitação real da área de estudo, em função das características sócioeconômicas, hidrogeológicas, acessos e existência de dados confiáveis.

Efetuada a integração dos dados obtidos, através de vários tipos de *softwares* (Surfer 32 e Excel), confeccionou-se um cadastro de poços com e sem análises físico-químicas e um mapa com a distribuição espacial dos poços que detinham análises.

Foi realizada uma nova etapa de campo em janeiro/99, objetivando coletar cerca de 20 amostras de água subterrânea para análises físico-químicas e bacteriológicas. Elas foram coletadas diretamente da boca do poço, antes de cair no reservatório, em garrafas plásticas cedidas pelo laboratório da CAGECE, que depois eram hermeticamente fechadas e rotuladas. Quando possível, foram realizadas medidas de condutividade elétrica (condutímetro marca CORNING PS-17), temperatura (termômetro de louça) e de pH (CORNING PS-30 pH meter) das águas nos pontos visitados.

Ao final desta etapa foram coletadas 17 amostras, considerando-se os seguintes critérios: poços públicos, distribuição espacial e a proximidade de prováveis fontes poluidoras.

## **2.5 Caracterização geoambiental, hidrogeológica e hidroquímica**

Baseado nas informações disponíveis, foi realizada uma descrição dos componentes geoambientais da região, tais como: geologia, geomorfologia, clima,

recursos hídricos, solo e vegetação, objetivando conhecer o ambiente e avaliar os recursos naturais da área na sua integridade.

A caracterização hidrogeológica teve como base as informações disponíveis na bibliografia, abordando aspectos como tipo de aquífero, distribuição espacial, área de ocorrência, características hidráulicas (Transmissividade, Condutividade Hidráulica, Porosidade Efetiva), área de recarga e descarga, e dados dos poços cadastrados.

As análises físico-químicas foram interpretadas com os dados contidos na relação final das análises, (35 análises físico-químicas e 10 bacteriológicas), através da utilização dos *Softwares* Hydrowin, Excel, Surfer 32 e Corel Draw 8, englobando o cálculo do balanço iônico, a utilização de diagramas específicos (*Piper, Schoeller & Berkaloff* e *U.S. Salinity Laboratory*), onde foram plotados os resultados das análises e classificação iônica.

## **2.6 Uso do solo e das águas subterrânea na área – fontes efetivas e potenciais de poluição**

Este levantamento foi realizado à partir de informações obtidas junto às prefeituras locais, onde foi levantado a localização de lixões, lagoas de estabilização, postos de serviços e tipo de saneamento básico, e a identificação das possíveis fontes poluidoras tais como: má disposição dos resíduos sólidos, lançamentos de efluentes nos rios e lagos, e o uso indiscriminado de agrotóxicos.

Na avaliação da vulnerabilidade natural dos aquíferos foi utilizado o método empírico proposto por FOSTER & HIRATA (1993) que engloba sucessivamente três fatores a serem determinados em fases distintas. A primeira fase consiste na identificação do tipo de ocorrência da água subterrânea, num intervalo de 0 - 1. A segunda fase trata da especificação dos tipos litológicos acima da zona saturada do aquífero, com a discriminação do grau de consolidação (presença e ausência de permeabilidades secundárias) e das características da granulometria e litologia; este fator é representado numa escala de 0.3 a 1.0, além de sufixos para os casos de tipos litológicos que apresentam

fissuras ou baixa capacidade de atenuação de contaminantes. A terceira fase é a estimativa da profundidade do nível da água (ou do teto do aquífero confinado), numa escala de 0,4 a 1,0. O produto destes três parâmetros é o índice de vulnerabilidade, expresso numa escala de 0 a 1, em termos relativos. Os resultados são expressos em termos qualitativos, em índices de vulnerabilidade extremo, alto, médio, baixo e nulo.

O cruzamento das três informações foi plotado em um mapa, definindo as zonas de índices relativos de vulnerabilidade natural dos aquíferos, incluindo índices Baixo, Médio e Alto, subdivididos em dois subníveis (Alto e Baixo), definindo seis classes.

## 2.7 Tratamento dos dados

O estudo constou da integração dos dados cadastrados, tratamento estatístico e correlação de mapas.

Esse conjunto de dados gerou um cadastro preliminar de 652 poços tubulares que, posteriormente compatibilizado, tornou-se o Catálogo Geral de Poços Tubulares (Apêndice 1), com 548 pontos d'água, contendo as seguintes informações: município, localidade, proprietário, firma executora, coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), data de perfuração, profundidade, nível estático, nível dinâmico, rebaixamento, vazão, capacidade específica, altura da boca do poço e diâmetro, uso e situação atual.

O catálogo das análises contou com uma relação preliminar de 54 análises físico-químicas e 3 bacteriológicas, contendo dados sobre 10 íons ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{--}$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), STD, dureza, condutividade elétrica e pH.

Feito o balanço iônico das 54 análises, para verificação da sua validade, ficaram aquelas cujos erros, eram inferiores a 13 %, restando apenas 35. A caracterização química das águas subterrâneas foi realizada com a utilização de diagramas específicos (*Piper, Schoeller & Berkloff e U.S. Salinity Laboratory*), onde foram plotados as concentrações dos íons maiores envolvidos.

### 3 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

O estudo geoambiental constitui o somatório multidisciplinar relacionado à geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e vegetação, onde cada componente apresenta suas características fundamentais.

#### 3.1 Contexto geológico/estrutural

Situada na parte sul do estado do Ceará, a bacia do Araripe ocupa uma área aproximada de 11.000 km<sup>2</sup>, repousando sobre as rochas pré-cambrianas (Região de Dobramentos do Nordeste, também denominada de Província Borborema), caracterizada como uma bacia sedimentar de evolução policíclica. Constitui-se de rochas sedimentares, datando desde o Siluro-Devoniano até o Cretáceo.

##### 3.1.1 Considerações estruturais

A bacia do Araripe está implantada sobre a Zona Transversal de Dobramentos da Província Borborema (BRITO NEVES, 1990 *apud* PONTE, 1991a).

A evolução da bacia do Araripe engloba cinco seqüências tectono-sedimentares de acordo com PONTE, 1997 (*apud* OLIVEIRA, 1998) denominadas Seqüências Gama, Pré-Rifte, Rifte, Pós-Rifte e Zeta.

- Seqüência Gama - esta seqüência se faz presente na bacia de modo incompleto, sendo representada apenas por uma pequena seção basal, constituída pela Formação Mauriti, representada por um sistema deposicional denominado fluvial entrelaçado e eólico.
- Seqüência Pré-Rifte - representada na bacia pelas formações Brejo Santo e Missão Velha, constituída, por um sistema deposicional denominado flúvio-eólico-lacustrino.
- Seqüência Rifte - representada pela Formação Abaiara, constituída por um sistema deposicional denominado flúvio-lacustre.
- Seqüência Pós-Rifte - compreende três sistemas deposicionais distintos: (a) Sistema deposicional flúvio-lacustrino-carbonático, representado pela Formação Rio Batateira e Membro Crato da Formação Santana; (b) Sistema deposicional lagunar-evaporítico e marinho, incluindo os membros Ipubi e Romualdo e (c) Sistema deposicional flúvio entrelaçado e meandrante, representado pela Formação Exu.
- Seqüência Zeta - compreende as deposições ocorridas no Cenozóico (Terciário e Quaternário).

### 3.1.2 Estratigrafia

Levantamento realizado por PONTE (1991b) cita que "Os primeiros trabalhos com enfoque na estratigrafia tiveram início com CRANDALL (1910) e SMALL (1923), com objetivo de levantar o potencial dos recursos hídricos do Nordeste (*in* PONTE, *op. cit.*). O DNPM contribuiu com vários trabalhos como o de MORAES *et al* (1963), BRAUN (1966) e SANTOS & VALENÇA (1968). Contribuições técnico-científicas para o conhecimento da bacia vieram através de BEURLEN (1962, 1963 e 1971) e MABESOONE & TINOCO (1973). Trabalhos com enfoque estrutural-tectônico tiveram início na década de 80, com contribuições de

RAND & MANSO (1984), OLIVEIRA (1983), FORTES (1983), GUERRA (1986), GHIGNONE (1986), MIRANDA (1986), MATOS (1987) e BRITO NEVES (1990)". Recentemente, inúmeros trabalhos foram publicados com os mais diversos enfoques, tendo destaque a contribuição de PONTE & APPI (1990) abordando a caracterização geológica regional.

A estratigrafia da bacia do Araripe adotada neste trabalho de dissertação é a utilizada por PONTE (*op. cit.*), e por MONT'ALVERNE *et al* (1996), onde é considerada a litoestratigrafia formal e a estratigrafia genética, que parte da identificação de seqüências tectono-estratigráficas naturais e dos sistemas deposicionais.

A coluna estratigráfica da bacia é constituída pela Formação Mauriti (SDm): Grupo Vale do Cariri - formações Brejo Santo (JBs) e Missão Velha (Jmv); Formação Abaiara (Kab); Grupo Araripe - formações Rio da Batateira (Krb), Santana (Ks), Arajara (Kar) e Exu (Ke), e Depósitos Cenozóicos Tércio/Quaternários (Quadro 3.1). A geologia da área (Figura 3.1), constitui-se da maioria dessas formações, com exceção das formações Abaiara e Missão Velha.

### 3.1.2.1 Embasamento Cristalino

As rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano afloram na parte norte da cidade de Juazeiro do Norte, ocupando uma pequena área de 5 km<sup>2</sup>. Constituem-se de rochas ígneas como granitos e de um complexo gnaissico-migmatítico.

A fisiografia dos terrenos pré-cambrianos nessa região é controlada pelos alinhamentos estruturais, que apresentam traçado sigmoidal com direção geral NE-SW (PONTE, *op. cit.*). O relevo é caracterizado pela depressão periférica entre as bacias do Araripe e Parnaíba. A drenagem é formada por riachos intermitentes, que nascem na chapada do Araripe.

Através dos poços localizados na chapada, 2-AP-1-CE, executado em 1986 pela PETROBRÁS, no município de Araripe-CE, e o 4-BO-1-PE perfurado entre outubro a dezembro de 1994 pela CPRM, para o DNPM, no município de Bodocó-PE.

atingiu-se o embasamento cristalino a 1.490 e 916 metros de profundidade, respectivamente.

Quadro 3.1 - Coluna estratigráfica da bacia do Araripe-CE

ERA	PERÍODO	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO		Aluviões	Areia e cascalho
	TERCIÁRIO		Coberturas Arenosas	Lateritas, arenitos e argilitos
			Depósito de Tálus	Sedimentos das tomaceas Arajara e Santana
MESOZÓICA	CRETÁCEO	ARARIPE	Exu	Arenitos argilosos, de granulometria variável, com leitos intercalados de arenitos grosseiros
			Arajara	Arenitos finos, argilosos ou caulíníficos e siltitos amarelo, estratificados
			Santana	Margas e folhelhos cinza, calcários, gipsita e anidrita
			Rio da Bataeira	Arenitos médios a grosseiros, mal classificados, argilosos e siltitos cinza.
	JURÁSSICO	VALE DO CARIRI	Abaiara	Arenitos argilosos intercalados com siltitos, folhelhos castanhos
			Missão Velha	Arenitos brancos, grosseiros, fráveis, mal seleccionados, contendo madeira fóssil
			Brejo Santo	Folhelhos e siltitos variegados, com intercalações de arenitos finos, argilosos.
PALEOZÓICA	SILURO-DEVONIANO		Mauriti	Arenitos quartzosos, grosseiros a médios, com estratificação cruzada
PRÉ-CAMBRIANO				Granitos, migmatitos, gnaisses, etc.

Fonte: MONT'ALVERNE et al (1996)

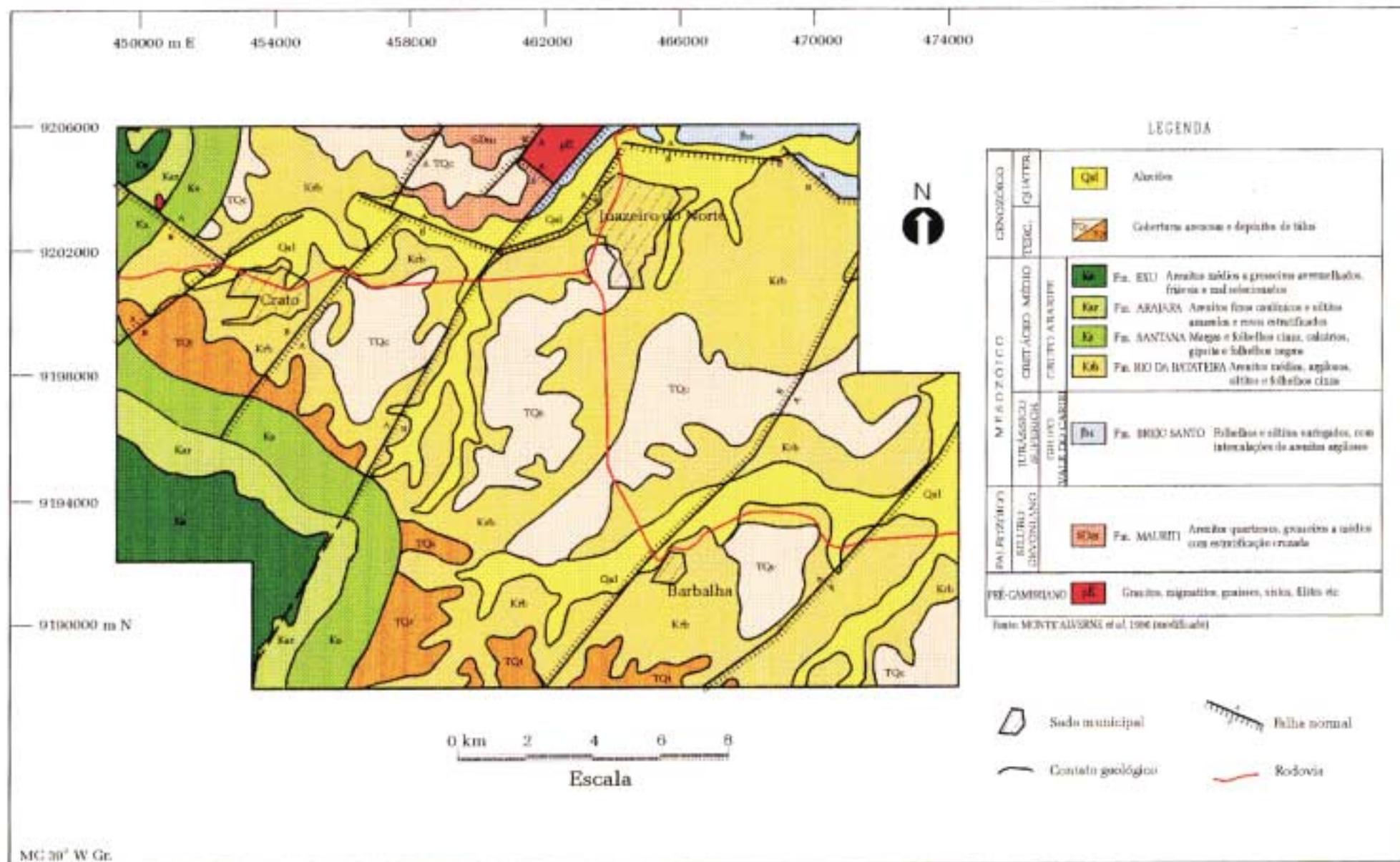


Figura 3.1 - Geologia da área de estudo

### 3.1.2.2 Formação Mauriti (SDm)

A designação Formação Mauriti foi introduzida na literatura geológica nordestina por GASPARY *et al* (*op. cit.*) em substituição à antiga Formação Cariri. O nome Mauriti deriva de uma localidade-tipo bem definida, onde ocorrem as mais vastas e típicas áreas de afloramento da formação. Na área de estudo, ocorre na parte noroeste da cidade de Juazeiro do Norte, com pequena área de exposição (7 km<sup>2</sup>)

Litologicamente é constituída por uma seqüência monótona de arenitos claros, quartzosos e/ou feldspáticos, de granulometria média a grosseira, com grãos subangulares, mal selecionados, com estratificação cruzada. As associações de litofácies sugerem um sistema deposicional fluvial entrelaçado e eólico.

Essa formação faz contato direto com as rochas pré-cambrianas e é superposta discordantemente pela Formação Brejo Santo.

### 3.1.2.3 Grupo Vale do Cariri

Segundo PONTE & APPI (*op. cit.*), o termo Grupo Vale do Cariri serve para designar o pacote de sedimentos terrígenos sobrepostos à Formação Mauriti, constituído pelas formações Brejo Santo e Missão Velha.

#### 3.1.2.3.1 Formação Brejo Santo (fbs)

A denominação de Formação Brejo Santo foi aplicada por GASPARY (*op. cit.*) para designar a seqüência de folhelhos, argilitos e arenitos que ocorrem tipicamente nos arredores da cidade de Brejo Santo-CE, aflorando no leste da bacia. Ocorre no norte e nordeste da cidade de Juazeiro do Norte, ocupando uma pequena área de 5 km<sup>2</sup>. Através do poço 2-AP-1-CE, PONTE & APPI (*op. cit.*) atribuem uma espessura entre 200 e 400 metros.

Litologicamente é constituída, na base, por uma alternância de arenitos finos com estratificações cruzadas, siltitos e argilitos vermelhos, contendo, localmente, intercalações de arenitos vermelhos. No topo, ocorrem argilitos e folhelhos vermelhos, ou marrom-escuros, estratificados, com raros leitos de folhelhos verdes e fossilíferos.

Seu contato inferior é com o embasamento cristalino e o superior com a Formação Missão Velha, segundo PONTE (*op. cit.*).

#### 3.1.2.3.2 Formação Missão Velha (Jmv)

Segundo PONTE & APPI (*op. cit.*) uma boa exposição desta formação pode ser vista próximo à cidade de Missão Velha-CE, de onde origina-se o nome. A formação é constituída por arenitos grosseiros, mal classificados, de coloração esbranquiçada ou amarelada, mostrando estratificação cruzada e leitos conglomeráticos de seixos de quartzo. Através do poço 2-AP-1-CE, atribuem uma espessura de 187 metros.

Segundo PONTE (*op. cit.*) o conjunto de litofácies sugere um sistema deposicional flúvio-lacustre e eólico. Seu contato inferior é com a Formação Brejo Santo e o superior com a Formação Abaiara. Não existe afloramento dessa unidade na área de estudo.

#### 3.1.2.4 Formação Abaiara (Kab)

O termo Formação Abaiara foi proposto por PONTE & APPI (*op. cit.*) para designar o pacote de sedimentos que constitui a parte superior do Grupo Vale do Cariri e que ocorre tipicamente ao sul da cidade de Abaiara-CE. Suas áreas de exposição são pequenas, concentrando-se no vale do Cariri, não existindo afloramentos na área de estudo: baseado no poço 2-AP-1-CE atribui-se para essa unidade uma espessura de 124 metros.

A Formação Abaiara é constituída por intercalações bem estratificadas de arenitos finos cinza, amarelos ou avermelhados, argilosos e friáveis com siltitos, argilitos e folhelhos de cores variegadas (verde oliva, vermelho, cinza e amarelo).

O conjunto de litotipos e o conteúdo fossilífero (ostracodes de biozonas) dessa formação são indicativos de sedimentação de origem lacustre rasa, deltáico-lacustre, de planícies de inundação fluvial e fluviais meandrantas, de baixa energia (PONTE, *op. cit.*). Seu contato inferior é com a Formação Missão Velha e o superior com a Formação Rio da Batateira.

### 3.1.2.5 Grupo Araripe

Segundo PONTE & APPI (*op. cit.*) o Grupo Araripe é constituído pelas formações Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu.

#### 3.1.2.5.1 Formação Rio da Batateira (Krb)

O termo Formação Rio da Batateira foi proposto por PONTE & APPI (*op. cit.*) para definir a seção terrígena que constitui a unidade basal do Grupo Araripe. O nome deriva de uma seção-tipo que aflora por cerca de 3 km ao longo do rio da Batateira (direção norte-sul), a partir da vila da Batateira na zona suburbana da cidade do Crato-CE. Através do poço 2-AP-1-CE foi identificada uma seção de 198 metros dessa unidade, entre os intervalos de 514 a 712 metros de profundidade. Na área de estudo ocorre por todo o vale do Cariri, ocupando 70% da área (172 km<sup>2</sup>).

Seus litotipos iniciam-se por bancos de arenitos brancos e amarelos, médios a grosseiros, mal selecionados, com estratificações cruzadas. Intercalam-se arenitos médios e siltitos argilosos bem estratificados. Encerra-se com uma camada de folhelhos verde-oliva e negros, orgânicos e fossilíferos.

Esse conjunto litológico dessa formação é indicativo de sedimentação de origem flúvio-lacustre-carbonática, definido por PONTE & APPI (*op. cit.*). Seu contato inferior é com a Formação Abaiara e o superior com a Formação Santana.

#### 3.1.2.5.2 Formação Santana (Ks)

Essa unidade estratigráfica foi individualizada por SMALL, 1913 (*apud* PONTE & APPI, *op. cit.*), que designou-a "calcário de Sant' Anna". Existem diferentes opiniões entre os estudiosos quanto a sua divisão em subunidades. Para PONTE & APPI (*op. cit.*) a Formação Santana está subdividida em três membros: Crato, Upubí e Romualdo, com as seguintes características:

- *Membro Crato* - identificado como a base da Formação Santana e constituído da base para topo, por folhelhos cinza, castanho-escuros e negros, calcíferos, laminados e calcários micríticos cinza-claros e creme argilosos. Tem espessura média de 50 metros. SILVA, 1983 (*apud* OLIVEIRA, 1998) denominou esses sedimentos de "Lago Araripe", por representarem fácies centrais de um sistema deposicional lacustre.
- *Membro Ipubi* - apresenta uma espessura média de 30 metros, constituído por bancos de gipsita e anidrita, com intercalações de folhelhos cinza e verdes. Segundo SILVA, 1983 (*apud* PONTE & APPI, *op. cit.*), a camada evaporítica representa o clímax de uma seqüência sedimentar em um lago interior com águas salinas. Nessa unidade é onde se encontram os grandes jazimentos de gipsita.
- *Membro Romualdo* - é constituído por folhelhos, margas, e calcário de cor cinza-esverdeada, com um horizonte carbonático contendo peixes fósseis. Ocorrem ainda, calcários argilosos intercalados nos folhelhos. A espessura do membro Romualdo varia de 2 a 15 metros, segundo MORAES *et al.*, 1976 (*apud* MONT'ALVERNE *et al. op. cit.*).

Essa formação tem sua área de domínio na parte oeste, contornando a chapada, com aproximadamente 30 km<sup>2</sup>.

#### 3.1.2.5.3 Formação Arajara (Kar)

PONTE & APPI (*op. cit.*) propuseram denominar de Formação Arajara a seção que aflora ao longo da estrada Crato-Arajara (povoado de onde deriva o nome) e nos cortes da rodovia BR-316, a oeste de Araripina-PE. Aflora numa faixa quase contínua, por toda extensão da bacia, bordejando o sopé da escarpa da chapada do Araripe, ocupando um área aproximada de 17 km<sup>2</sup>. A presença dessa unidade em outros locais da bacia foi constatada por MONT'ALVENE *et al* (*op. cit.*). Siltitos, argilitos, arenitos finos argilosos e/ou caulínicos, bem estratificados, exibindo estruturas sedimentares e coloração variegada, predominando as tonalidades vermelha e amarela sobre as demais, compõem o perfil litológico dessa formação, segundo MONT'ALVENE *et al* (*op. cit.*).

PONTE & APPI (*op. cit.*) atribuem uma espessura de 100 metros identificada nos poços 2-AP-1-CE e 4-BO-1-PE, com 916 m de profundidade. A espessura da formação, levando-se em conta os dados de superfície, é difícil de ser estimada, haja vista que na maioria das vezes encontra-se recoberta por depósitos de tálus provenientes dos arenitos de Formação Exu. Em sub-superfície, as espessuras constatadas nos poços foram de 100 metros (intervalo de 237 a 337 metros de profundidade).

Baseado em estudos palinológicos LIMA, 1978 (*apud* PONTE & APPI, *op. cit.*), diz que essa unidade se depositou em condições climáticas quentes e áridas.

#### 3.1.2.5.4 Formação Exu (Ke)

É constituída por uma seqüência monótona de arenitos vermelhos friáveis, argilosos, em geral caulínicos, de granulometria variável. Apresenta

leitos intercalados de arenitos grosseiros a conglomeráticos. O conjunto desses litotipos constitui bancos grosseiramente acamadados, com estratificações cruzadas, evidenciando litofácies típicas de depósitos fluviais (PONTE & APPI, *op. cit.*).

Os afloramentos dessa formação ocupam um área de 17 km<sup>2</sup>, apresentando espessuras com valores entre 150 a 200 metros na parte leste da chapada, e em torno de 100 metros na parte oeste.

Através dos poços 4-BO-1-PE e 2-AP-1-CE foram identificadas, em sub-superfície, espessuras de 237 e 243 metros, respectivamente (PONTE & APPI, *op. cit.*).

#### 3.1.2.6 Depósitos Cenozóicos - Terciário/Quaternário (TQc-Qal)

Os sedimentos cenozóicos encontram-se representados pelas coberturas terció-quaternárias arenosas, areno-argilosas e areno-siltico argilosas (TQc), depósitos de tálus (TQt) e pelas aluviões quaternárias (Qal) abrangendo um área de 96 km<sup>2</sup>.

As coberturas terció-quaternárias do vale do Cariri estão relacionadas, principalmente, às formações Missão Velha e Rio da Batateira.

Os depósitos quaternários compreendem as aluviões dos rios existentes na bacia, destacando-se, entre eles, da Batateira e Salamanca e os riachos Seco, da Vagem, Salgadinho, Jenipapeiro, São Miguel, Violeta e Mameluco.

#### 3.1.3 Recursos minerais

Segundo RIBEIRO *et al* (1996), na região do Cariri a atividade mineral é baseada mais na produção de rochas e minerais não-metálicos, com várias ocorrências de argila, gipsita, calcário, berílio, caulim, granito, talco e vermiculita.

Legalmente reconhecidas pelo Departamento Nacional de

Produção Mineral - DNPM, são as ocorrências de calcário (8), argila (6), água mineral (5) e granito (10), (Quadro 3.II). Os minerais que ocorrem na área de estudo são a gipsita e o caulim, além de ter-se também calcário, argilas e água mineral.

Quadro 3.II - Relação das substâncias minerais e a situação atual dos processos junto ao DNPM

Município	Local	Substância	Fase
<b>Barbalha</b>	Encruzilhada	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
	Cabaceira	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
	Sit. Malhada	Argila	Portaria de Lavra
	Riacho do Meio	Calcário	Concessão de Lavra
	Água Fria	Calcário	Concessão de Lavra
	Arajara	Calcário	Concessão de Lavra
	Sta. Rita	Calcário	Concessão de Lavra
	Gameleira	Calcário	Autorização de Pesquisa
	Caldas	Calcário	Portaria de Lavra
	Sit. São Joaquim	Calcário/Argila	Concessão de Lavra
	Sit. Lambedor	Calcário/Argila	Concessão de Lavra
<b>Juazeiro do Norte</b>	Cajuina S. Geraldo	Água Mineral	Concessão de Lavra
	Sit. Malvas	Argila	Registro de Licenciamento
	Lagoa Encantada	Granito	Autorização de Pesquisa
	Sit. Logradouro	Granito	Registro de Licenciamento
<b>Crato</b>	Sit. Cafundó	Água Mineral	Alvará de Pesquisa
	Batateira	Água Mineral	Concessão de Lavra
	Sit. Cafundó	Argila	Autorização de Pesquisa
	Sit. Quebra	Argila	Registro de Licenciamento
	Sit. Baixa Dantas	Argila	Requerimento de Licenciamento
	Sit. Lagoinha	Argila	Requerimento de Licenciamento
	Sit. Juá	Granito	Registro de Licenciamento
	Sit. Juá	Granito	Autorização de Pesquisa
	Faz. Caldeirão	Granito	Autorização de Pesquisa
	Faz. Caldeirão	Granito	Autorização de Pesquisa
	Faz. Catingueira	Granito	Autorização de Pesquisa
	Faz. Urucu	Granito	Autorização de Pesquisa
	Faz. Urucu	Granito	Autorização de Pesquisa
	Ponta da Serra	Granito	Autorização de Pesquisa
<b>Total</b>			29

Fonte: DNPM - 10º Distrito. 1999

A gipsita está associada aos sedimentos da Formação Santana. Ocorre formando lentes ou camadas descontínuas, com espessura variável de 5 a 20 m, intercaladas em folhelhos e margas. No município de Barbalha (sítio Santa Rita)

é utilizada como insumo para fabricação de cimento Portland e possui reserva indicada de 337.000 toneladas. Ocorre também no Sítio Romualdo (Crato) em um pequeno depósito, com ausência de maiores dados.

O calcário ocorre nos sedimentos relacionados à Formação Santana, com uma reserva medida de 24.136.766 toneladas. As jazidas estão situadas nos sítios Santa Rita, Riacho do Meio, Água Fria, São Joaquim e Arajara em Barbalha. A produção total é destinada à indústria de cimento Portland.

As argilas ocorrem nos estratos pelíticos das unidades litológicas da bacia, como também nos leitos dos rios, com uma reserva medida de 14.432.233 toneladas. Localizam-se nos sítios Malhada, Santa Rita, Lambedor e São Joaquim, no município de Barbalha, e sítio Cafundó, no município do Crato. Na área de estudo as argilas são aproveitadas como insumo na fabricação de cerâmica (Crato e Juazeiro do Norte) e cimento (Barbalha).

Existem cinco processos para exploração de água mineral na área: 2 em Barbalha, 2 no Crato e um em Juazeiro do Norte.

Uma pequena ocorrência de caulim ocorre no sítio Lagoinha, no município do Crato. Mineralizações de cobre encontram-se no sítio Espinho e na fazenda Taquara, no município de Juazeiro do Norte. No município do Crato (Riacho Fundo, Tabocas e faz. Santa Rosa) existe ocorrência de chumbo.

### **3.2 Unidades geomorfológicas**

A região do Cariri caracteriza-se por duas unidades geomorfológicas (COSTA & GATTO, 1981): o Planalto Sertanejo e a chapada do Araripe (Figura 3.2).

O Planalto Sertanejo apresenta-se em forma semicircular bordejando o alto relevo da chapada do Araripe, com cotas em torno de 350 metros. Apresenta relevo de topo plano, com índice de dissecação variando de 250 a 750 metros e drenagem de fraca intensidade.

Na área, esse planalto destaca-se por um aspecto geomorfológico representado pelos interflúvios tabulares esculpidos no sopé da chapada, em siltitos, arenitos, margas, folhelhos e calcários.

A litologia, a disposição das camadas e o suave mergulho ( $\approx 5^\circ$ ) de sul para norte favorece a ocorrência de fontes naturais, responsáveis pela alimentação dos rios e riachos da área. Nestes litotipos é que se desenvolve o brejo de encosta e de pé-de-serra através do sopé oriental da chapada.

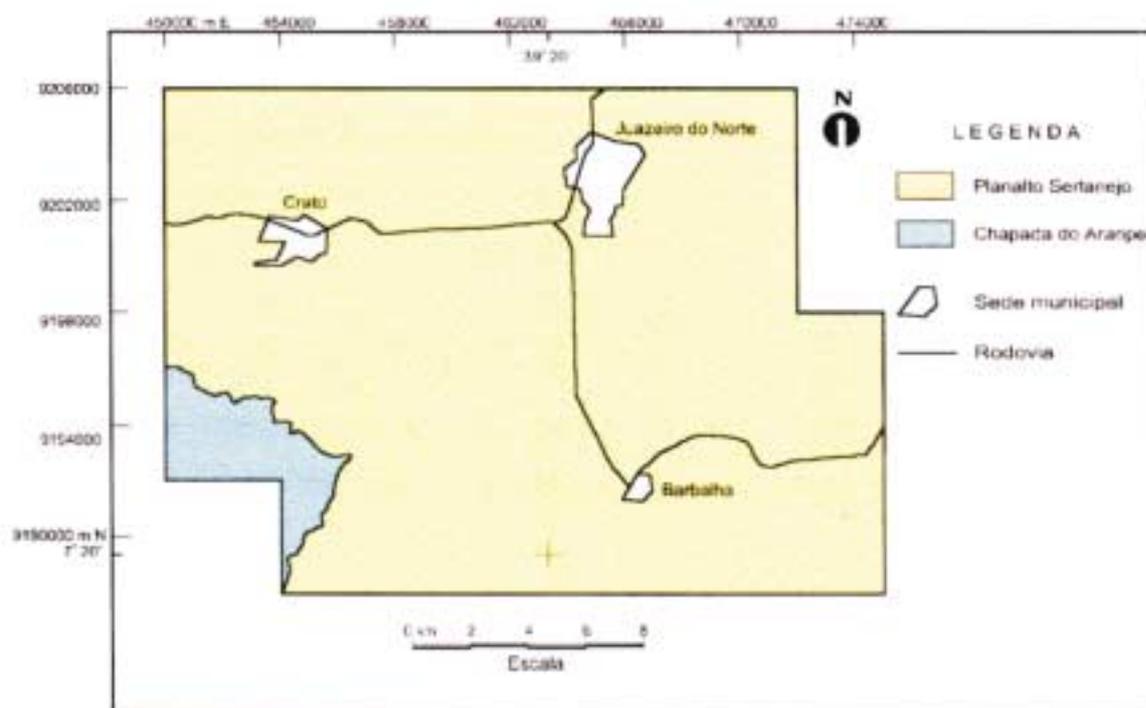


Figura 3.2 – Unidades geomorfológicas da área de estudo

A chapada do Araripe caracteriza-se por uma superfície plana, congruente com a estrutura geológica. Limita-se em toda sua extensão por escarpas erosivas, fazendo contato através de rampas com a Depressão Sertaneja na parte norte. Constitui-se de rochas sedimentares do Cretáceo, onde na porção superior dominam os arenitos e siltitos da Formação Exu. As altitudes na chapada variam entre 700 a 1.000 m. A ausência de drenagem no topo da chapada é quase total, devido ao solo bastante homogêneo, arenoso e extremamente permeável.

### 3.3 Condições climáticas

A circulação atmosférica no estado do Ceará é regida, basicamente,

por três sistemas sinóticos geradores de precipitação: as frentes frias, com sua formação original no pólo Sul, a Zona de Convergência Intertropical, que oscila dentro da faixa de trópicos e um Centro de Vorticidade Ciclônica, com tempo de atuação variável dentro do período de chuvas. Além desses, outros sistemas de menor escala atuam na região, como as linhas de instabilidade formadas ao longo da costa e as brisas marítimas e terrestres que incidem com frequência na zona litorânea (CEARÁ, 1992). A Zona de Convergência Intertropical é a de maior importância, pelos seus constantes deslocamentos nos dois hemisférios que atuam no Nordeste provocando chuvas.

Inserido na região fisiográfica do sertão, o Cariri apresenta um clima semi-árido. A distribuição espacial das precipitações está representada no mapa de isoietas médias anuais através da Figura 3.3, elaborada a partir dos dados obtidos de quatro estações (Barbalha, Arajara, Juazeiro do Norte e Crato) localizadas dentro da área de estudo e de sete outras situadas em municípios vizinhos.

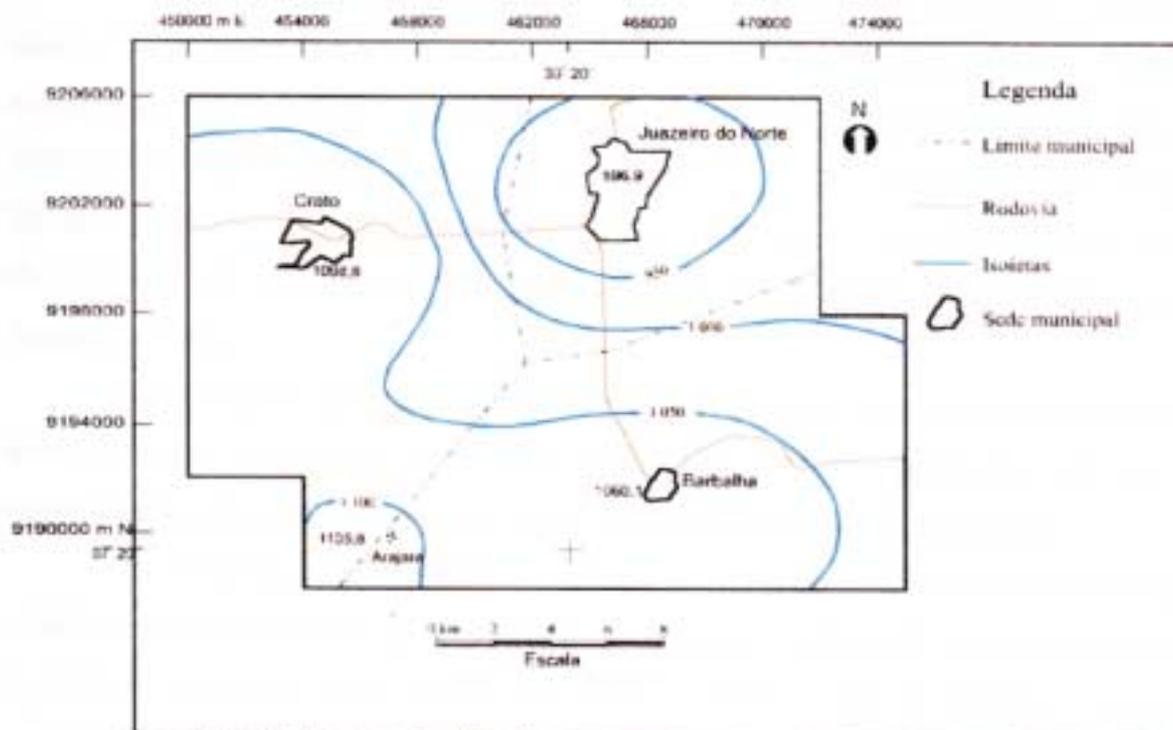


Figura 3.3 – Aspectos das isoietas na área de estudo

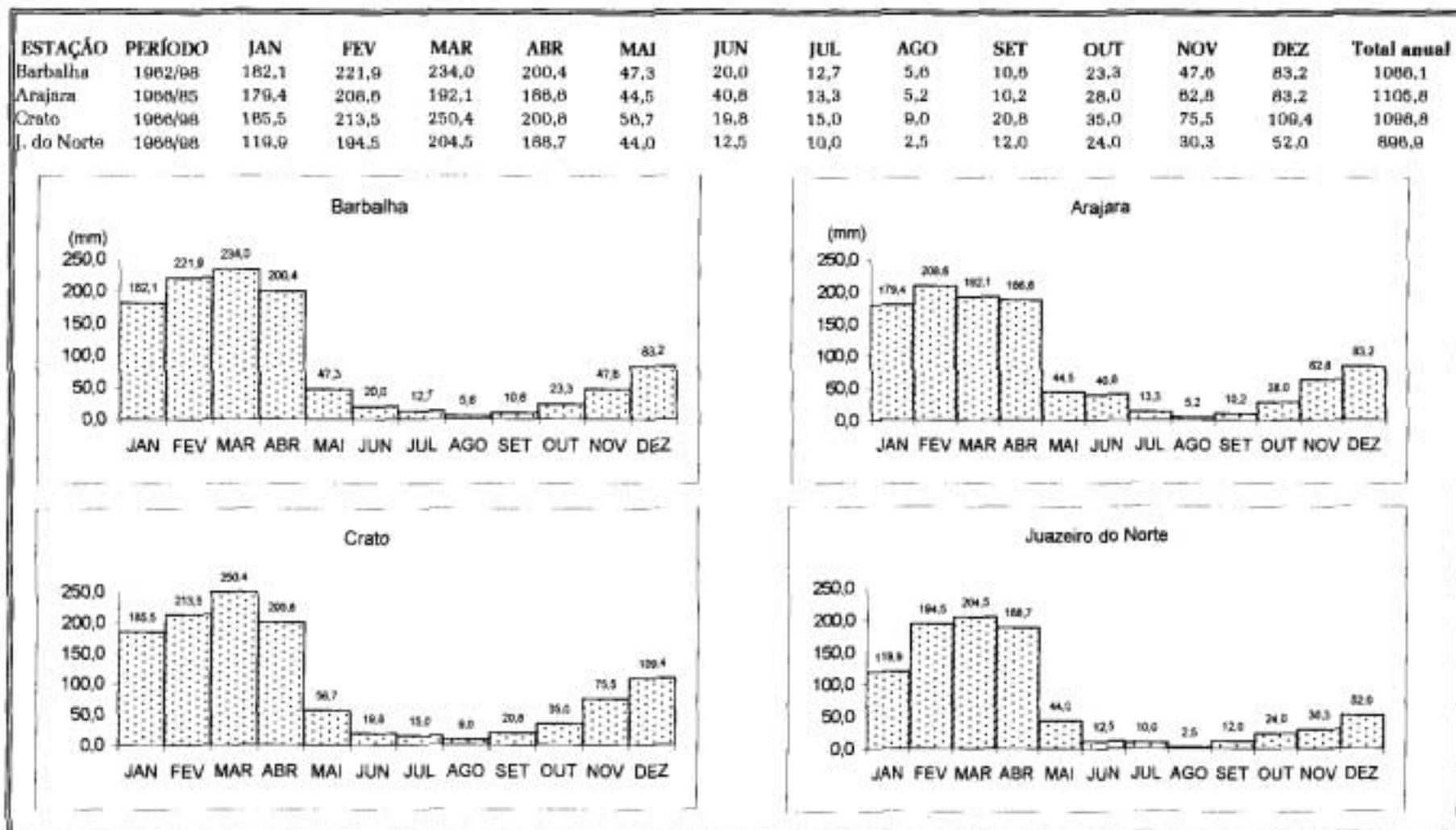
Observa-se uma zona com índices pluviométricos abaixo de 950 mm/ano circundando a cidade de Juazeiro do Norte e, logo a seguir, outra variando de 950 a 1.000 mm/ano, abrangendo o restante do município. Uma zona intermediária entre 1.000 e 1.050 mm/ano distribui-se numa faixa central com direção noroeste-sudeste, limitando os municípios de Crato e Barbalha ao de Juazeiro do Norte. Uma zona com precipitações entre 1.050 e 1.100 mm/ano engloba os municípios de Crato e Barbalha, margeando a borda da chapada do Araripe. Por último, uma pequena área onde a incidência de chuva é significativa, com precipitações acima de 1.150 mm/ano ocorre no topo da chapada.

Na Figura 3.4 observa-se os hietogramas elaborados com base nos valores médios de precipitações mensais obtidos em várias estações instaladas na região para cerca de 36 anos.

A pluviosidade caracteriza-se por dois períodos, um seco que denota ausência de chuvas significativas, com precipitação entre 2,5 a 75,5 mm e outro com chuvas mensais, entre 109 a 250 mm. O período seco tem uma duração variável de 4 a 6 meses, e o úmido tem chuva entre 7 e 8 meses (dezembro a maio). Na estação seca em pelo menos 1 (um) mês (agosto) não se observa o registro de pelo menos 1 (um) dia de chuva. As chuvas na região concentram-se (60%) com maior intensidade nos meses de fevereiro, março e abril. Segundo NIMER (1979) “Em nenhuma outra região do Brasil o regime anual de chuva é tão concentrado quanto na região semi-árida do Nordeste, e neste contexto está a região do Cariri”.

O regime térmico do estado do Ceará caracteriza-se pela acentuada estabilidade, retratada nas reduzidas amplitudes térmicas de 5,7 °C, constatada entre as médias das temperaturas máximas e mínimas.

A média anual das temperaturas médias do período de 1980 a 1995 na cidade de Barbalha é de 25,5 °C, com as mínimas ocorrendo imediatamente após o período chuvoso. Nos meses de junho e julho, após a quadra chuvosa, as médias estão em redor de 24 °C. A época mais quente corresponde ao período seco, apresentando médias mensais de 27,3 °C.



Fonte: SUDENE/FUNCEME, 1968

Figura 3.4 - Hietogramas de precipitações médias mensais (mm)

De acordo com os dados da estação de Barbalha, a umidade relativa do ar oscila de 51%, em outubro a 80%, em março, com média anual de 63,8%; a insolação apresenta um valor total anual de 2.848 horas e a evaporação, nesta mesma estação, registra um valor anual da ordem de 2.288,6 mm, com máxima em setembro (292,8 mm) e mínima em abril (100,5 mm).

O sistema de classificação climática aqui apresentado está fundamentado no método proposto por THORNTHWAITE & MATHER (op. cit.). Predominam na área os climas úmido, superúmido, semi-árido e árido, com precipitação anual (1.060 mm) aquém da evapotranspiração potencial (1.469 mm). A estação úmida, restrita predominantemente ao período de janeiro a abril, gera excedente hídrico de 357 mm, enquanto que a estação seca apresenta, em média, déficit de 666 mm.

Como atendimento à necessidade de água para as plantas depende da disponibilidade da água que o solo pode oferecer, a interação água/solo pode ser conhecida através do cálculo do balanço hídrico.

Na estimativa desse balanço, optou-se pelo Método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para uma capacidade de armazenamento do solo de 100 mm, usualmente tomada como padrão para fins comparativos utilizando-se a estação de Barbalha, por dispor de dados de temperatura e precipitação.

Altas taxas caracterizam a evaporação na região acarretando elevadas perdas das reservas d'água acumuladas e contribuindo, significativamente, para o déficit hídrico observado.

O exame dos valores do balanço hídrico contidos no Quadro 3.III mostra que o período chuvoso, embora se inicie em novembro, só permite a formação de excesso de água a partir de janeiro, atingindo os seus valores máximos em fevereiro/março e mantendo-se até abril.

Com o decréscimo das precipitações a começar em abril, o balanço hídrico inverte-se e os solos começam a ressentir-se de umidade, a princípio baixa, uma vez que a água armazenada nos solos, oriunda da estação úmida, supre, ainda, as necessidades ambientais no decorrer do mês de maio. Assim, inicia-se em junho o período do déficit hídrico que se estende até dezembro.

Quadro 3.III - Balanço Hídrico Mensal - Segundo THORNTHWAITE & MATHER - (100 mm)  
 Loca: Barbalha - Altitude: 405 m - Lat. 7° 19" e Lon. 39° 18" W Gr - Período: 1963 - 1995

Mês	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Evapotranspiração			Saldo P-EP (mm)	Armazenamento (mm)	Alteração (mm)	Evapotranspiração real	Déficit Hídrico	Excedente Hídrico	Índice Umidade	Clima
			n/ corrigida	correção	potencial								
JAN	25,7	171	4,1	32,1	132	39	100	0	132	0	29,7	30	B1-úmido
FEV	25,2	210	3,8	28,8	111	99	100	0	111	0	99	90	B4-úmido
MAR	24,9	239	3,7	31,2	115	124	100	0	115	0	124	108	A-superúmido
ABR	24,7	202	3,6	30	108	94	100	0	108	0	95	88	B4-úmido
MAI	24,5	49	3,5	30,6	107	-58	42	-58	107	0	0	0	C1-subúmido seco
JUN	24,4	21	3,4	29,4	101	-80	0	-42	63	38	0	-22	D-semi-árido
JUL	24,2	14	3,4	30,3	102	-88	0	0	14	88	0	-52	E-árido
AGO	25,3	4	3,9	30,6	119	-115	0	0	4	115	0	-58	E-árido
SET	26,6	7	4,6	30	138	-131	0	0	7	131	0	-57	E-árido
OUT	27,3	22	5	31,5	159	-137	0	0	22	137	0	-52	E-árido
NOV	27,2	45	5	30,9	154	-109	0	0	45	109	0	-42	E-árido
DEZ	25,5	75	3,8	32,4	124	-49	0	0	75	49	0	-24	D-semi-árido
Total	-	1059	-	-	1470	-411	-	-	803	667	357	-3	C1-subúmido seco
Ano*	25,5	88,25	-	-	122,5	-	-	-	66,9	55,5	357	-	-

P - Precipitação EP - Evapotranspiração Potencial (\*) Média Anual  
 Fonte: SUDENE (apud RIBERIO & VERÍSSIMO, 1996)

### 3.4 Recursos hídricos

O estudo dos recursos hídricos passa por uma visão do uso conjunto das águas superficiais e subterrâneas compreendendo um só ciclo hidrológico. A hidrografia na região do Cariri é identificada pela ausência de rios na chapada e por rios na planície alimentados pelas fontes. As águas subterrâneas representam a base do desenvolvimento socioeconômico da região e constituem o principal mineral explorado pelas comunidades.

#### 3.4.1 Águas superficiais

A drenagem superficial da região encontra-se inserida na bacia hidrográfica do Jaguaribe, sub-bacia do Salgado – 12.216 km<sup>2</sup> (CEARÁ, 1992), sendo formada pelos rios Bastiões, Cariús e Salgado, que atravessa todo o Cariri: os rios Batateiras, Granjeiro, Salgadinho e Carás, na região compreendida entre Crato e Juazeiro do Norte, e rios Salamanca e Santana em Barbalha, desaguam no rio Salgado. A drenagem é alimentada pelas fontes perenes da borda da chapada, que segundo MONT'ALVENE *et al* (*op. cit.*), possuem a vazão medida de 4.690.8 m<sup>3</sup>/h, ou seja, 41,0 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano, em 265 fontes no lado do estado do Ceará, contribuindo sem dúvida para a formação dos rios oriundos da chapada do Araripe.

A hidrografia da bacia sedimentar que abrange o Cariri é caracterizada pelos seguintes fatores: ausência de rede de drenagem na parte superior da chapada; setor torrencial nas vertentes da chapada até as planícies, com contribuições em forma de fontes pontuais ou difusas; e zona de espraiamento (aluviões) depois das vertentes, onde são depositadas as cargas das torrentes (MONT'ALVENE *et al*, *op. cit.*).

Nos três municípios existem mais de 30 espelhos d'água entre açudes e lagoas. Os principais açudes são: Manuel Balbino (Juazeiro do Norte) e Thomás Osternes (Crato), com capacidade máxima de armazenamento de 37.181.000 e 28.787.000 m<sup>3</sup>, respectivamente. Dados recentes da COGERH, (maio/99).

atribuem volume de 6.590.000 (17%) e 18.820.000 m<sup>3</sup> (65%), respectivamente, retratando que o regime pluviométrico atual não conseguiu contribuir para se ter a capacidade máxima atingida.

#### 3.4.2 Águas subterrâneas

Na região do Cariri encontram-se as melhores unidades aquíferas do estado do Ceará com as maiores reservas de águas subterrâneas com boa qualidade. O abastecimento público de água nas cidades de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha e mais 12 municípios é proveniente de água subterrânea, através de poços profundos ou fontes, gerenciados principalmente pela CAGECE e empresas como o SAAEC, prefeituras municipais e FNS. Estima-se que existam mais de 1.200 poços tubulares na sub-bacia do Salgado, região do Cariri (CEARÁ *op. cit.*). Vale ressaltar que as águas subterrâneas serão objetos de estudos em capítulos seguintes.

### 3.5 **Classes de solos**

O conhecimento dos solos constitui base importante para o incremento de projetos agrícolas, irrigação e conservação do solo. Estudos realizados nesta área por LEITE & MARQUES (1997) definiram quatro classes de solos (Figura 3.5).

Latossolo Vermelho-Amarelo Álico – são solos desenvolvidos sobre arenitos da Formação Exu (chapada do Araripe). São profundos, com textura média a argilosa, bem drenados, cores variando de vermelha até amarela, apresentando perfis do tipo ABC. Possui baixa fertilidade natural, mais deficiência hídrica, requerendo adubação e calagem. Ocupam a área do topo da chapada, fator limitante para uso e ocupação em função de tratar-se de uma zona de preservação. Podem ser utilizados para culturas cíclicas (milho, feijão, mandioca), pastagem e fruticultura. Cuidados especiais devem ser dispensados

na sua conservação, pois possui uma estrutura física favorável aos processos erosivos.

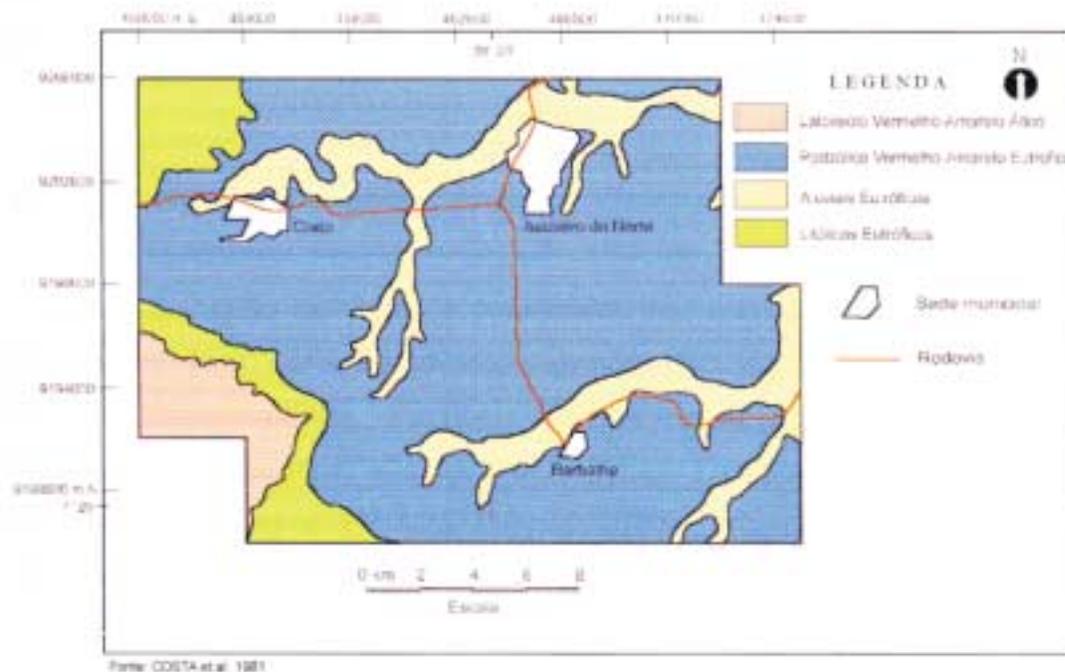


Figura 3.5 – Tipos de solos na área de estudo

Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico – inclui solos profundos, com textura variando de média a argilosa, cores entre vermelha/amarela, amarela e vermelha. Tem como material de origem os sedimentos da Formação Brejo Santo. Apresenta potencial elevado para agricultura, com restrições quanto ao relevo. Possui alta suscetibilidade à erosão e deficiência hídrica, necessitando de adubação complementar. Pode ser utilizado para culturas de milho, feijão, mandioca, algodão e pastagem.

Aluviais Eutróficos – solos formados a partir da deposição de sedimentos fluviais não consolidados, distribuindo-se ao longo das planícies dos principais rios da área. Possuem bom potencial agrícola, propício à irrigação desde que devidamente controlados, face ao risco de salinização e inundações nos períodos chuvosos. É utilizado em culturas de cana-de-açúcar, algodão e horticultura.

Litólicos Eutróficos – são solos desenvolvidos sobre a Formação Santana (encosta da chapada). Apresentam fertilidade natural, fortes restrições quanto à profundidade efetiva, presença de rocha, deficiência hídrica, grande suscetibilidade à erosão e declividade elevada (> 25%). Podem ser utilizados para culturas de milho, feijão e algodão.

### 3.6 Cobertura vegetal

A região do Cariri é constituída por quatro tipos de vegetação, no sentido sul para norte do estado, segundo FIGUEIREDO (1997), sendo elas: Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida), Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca), Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea) e Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerrado) (Figura 3.6).

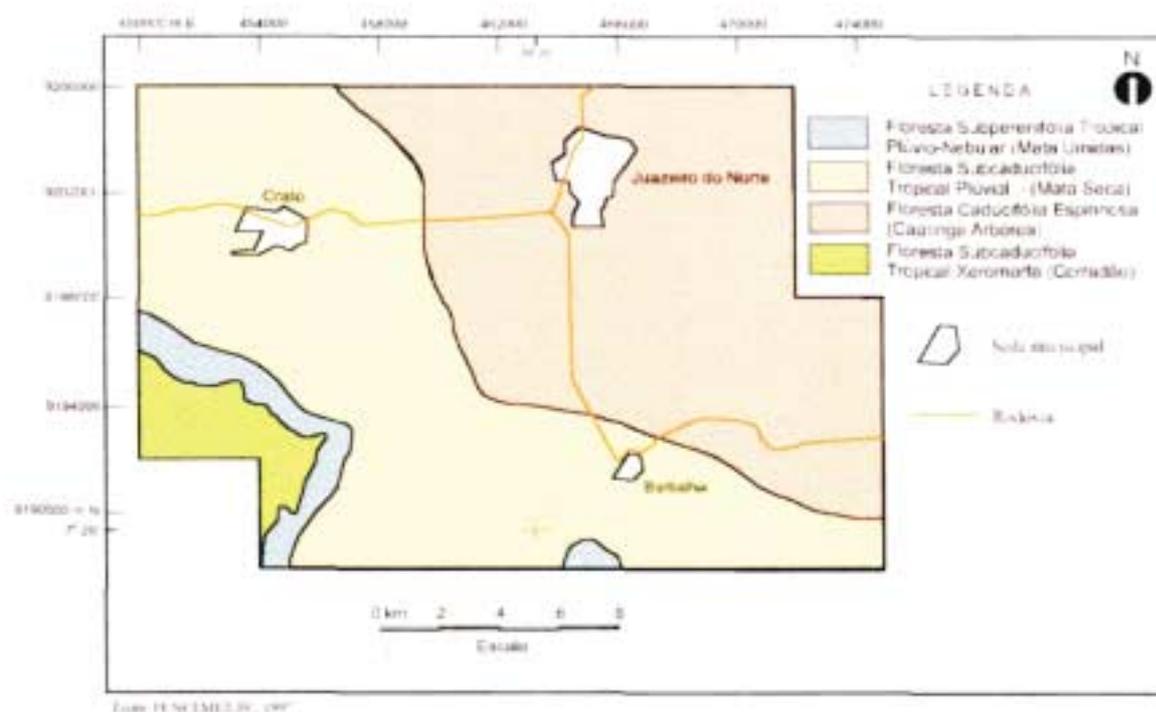


Figura 3.6 – Cobertura vegetal na área de estudo

*Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular* (Mata Úmida) - localiza-se nas vertentes da chapada, denominada de Serras Úmidas. A altitude e a exposição aos ventos úmidos são os principais determinantes da existência dessa floresta, considerando-se, ainda, a importância da água subterrânea, cuja ressurgência nas encostas da chapada contribui para a permanência da vegetação florestal. As árvores apresentam caules retilíneos, espessos, cobertos com líquens, orquídeas e samambaias. Algumas espécies mais comuns são representadas pelo Ingá (*Inga bahiensis*), Guabiraba (*Campomanesia dichotoma*), Pinheiro (*Podocarpus sellowii*) e Erva do mato (*Palicourea aenveofusca*).

*Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial* (Mata Seca) - ocorre nas zonas abaixo das vertentes da chapada. As espécies são da mata úmida e da caatinga arbórea, cuja faixa de amplitude ecológica permite viver nesse ambiente, que reúne as espécies da mata seca. Algumas espécies mais comuns são representadas pelo Pau-d'arco-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), Mulungu (*Erythrina velutina*) e Timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*).

*Floresta Caducifolia Espinhosa* (Caatinga Arbórea) - caatinga é um termo indígena que denomina um tipo de vegetação xerófila que ocorre no semi-árido do Nordeste do Brasil. No Ceará, associada à unidade denominada "Carrasco", cobrem cerca de 80% do estado. Ocupa as áreas abaixo das matas secas. Os indivíduos apresentam porte da ordem de 20 m, espessura dos caules maiores e a densidade é menor que as outras caatingas (800 indivíduos/ha). Algumas espécies mais comuns são representadas pela Aroeira (*Myracrodruon*), Imbu (*S. Tuberosa*) e Jucá (*C. Ferrea*).

*Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa* (Cerrado) - ocorre sobre a chapada do Araripe, no nível entre 800 e 1.000 metros. As espécies vegetais apresentam cascas suberosas, folhas largas, brilhantes e persistentes. Algumas espécies mais comuns são representadas pela Janaguba (*Himatanthus drasticus*), Faveira (*Dimorphandra gardneriana*), Piqui (*Carvocar coriaceum*), Louro-bravo (*Ocotea glomerata*) e Murici (*Byrsonima sericea*).

## 4 IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

É cada vez mais crescente a importância das águas subterrâneas a nível mundial, em particular pelas características relativas a modo de armazenamento, qualidade, potencial quantitativo, controle de oferta e proximidade da fonte hídrica ao local da demanda. É considerada como um bem mineral competitivo no mercado, sendo de grande importância para o desenvolvimento de qualquer região, representando cada vez mais, uma fonte de abastecimento para o homem e o setor produtivo.

### 4.1 Aspectos gerais

O Nordeste caracteriza-se como uma região onde o regime de chuvas com média abaixo das demais regiões do país é uma constante, concentrando-se de três a cinco meses do ano, o que acarreta grandes problemas na 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.

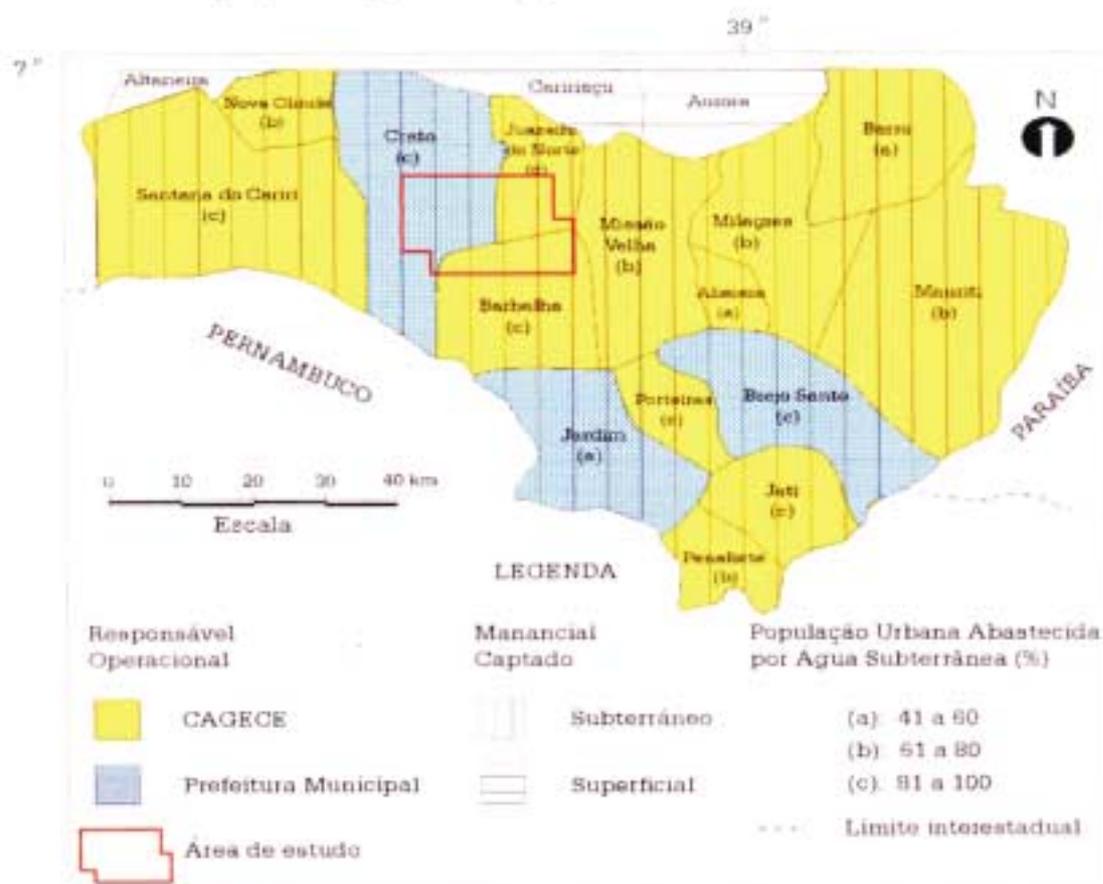
As rochas cristalinas no Ceará ocupam 75% (109.500 km<sup>2</sup>) de sua área, com propriedades mínimas para armazenar água. Entretanto, o Cariri, inserido na sub-bacia hidrográfica do Salgado (12.216 km<sup>2</sup>) e localizado sobre rochas

sedimentares, constitui-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.

A Chapada do Araripe teve seus primeiros estudos geológicos em 1820, através dos naturalistas J.B. SPIX e C.F. VON MARTIUS, onde ressaltavam suas condições peculiares diferentes do restante do estado do Ceará (CEARÁ, 1992).

Sua importância hidrogeológica foi reconhecida a partir de estudos realizados pelo Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe - GVJ, cobrindo o vale do rio Jaguaribe (72.000 km<sup>2</sup>), englobando a zona do Cariri (GASPARY, 1967).

O potencial da água subterrânea pode ser observado na Figura 4.1 onde, segundo RIBEIRO & VERÍSSIMO (1995), o abastecimento público de água nas diversas cidades da região do Cariri como Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, dentre outras, tem origem na água subterrânea, captada por poços tubulares ou de fontes. Esses poços são gerenciados pela CAGECE, FNS e a SAAEC.



Fonte: RIBEIRO & VERÍSSIMO 1995 (modificada)

Figura 4.1 - Abastecimento público de água em parte da região do Cariri-CE

Estudos recentes realizados por SANTIAGO *et al* (1996) no Laboratório de Carbono-14 do Departamento de Física/UFC, utilizando medidas isotópicas de oxigênio-18 e carbono-14 nas águas subterrâneas da região do Cariri, demonstraram que elas são misturas de paleoáguas (entre 8 e 12 mil anos), com águas pluviais recentes infiltradas diretamente no vale.

Isto nos faz refletir sobre a situação atual da super-exploração das águas subterrâneas, o uso e a ocupação desordenada do meio físico, com desconhecimento das condições de vulnerabilidade das unidades hidrogeológicas à poluição aquíferas, pois as águas não são tão jovens assim, sendo acumuladas ao longo de milhares de anos.

A evolução temporal da atividade de construção de poços tubulares na área de estudo, é mostrada na Figura 4.2. Os poços mais antigos na região foram perfurados em 1928, numa evolução normal, em função do aumento da população, até a década de 70, quando houve um crescimento na perfuração de poços até o início do ano de 1980. Isso ocorreu devido ao longo período de estiagem, entre os anos de 1979 a 1983, gerando precipitação média anual foi de 680 mm.

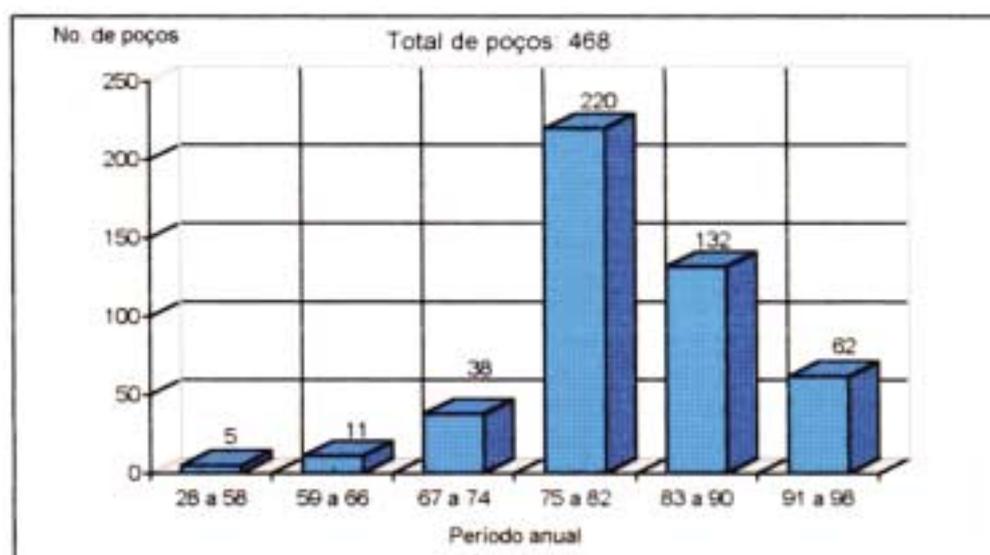


Figura 4.2 - Evolução temporal da perfuração de poços tubulares nos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte - CE

Neste trabalho foram inventariados 548 poços tubulares que constituem o Cadastro Geral de Poços Tubulares (Apêndice 1), assim distribuídos: 25,2% (139) em Barbalha, 32% (174) no Crato e 42,8% (235) em Juazeiro do Norte, observando-se uma densidade de 1,3 poço/km<sup>2</sup> para a área de 410 km<sup>2</sup>. A distribuição espacial desses poços encontra-se na Figura 4.3. Mais de 96% dos poços apresentam dados completos quanto a identificação; 84% apresentam dados completos de características técnicas; 96% apresentam dados de profundidade, e 89% apresentam dados de vazão.

#### 4.2 O aproveitamento das águas subterrâneas na área de estudo

A preservação e a utilização das águas subterrâneas, devem ser adequadas às necessidades e à capacidade de produção do poço, evitando uma super exploração.

Através do Cadastro Geral de Poços Tubulares (Apêndice I), foram identificados 487 poços quanto a situação (em uso, abandonado, parado, não instalado), verificando-se que dos 150 poços abandonados 63,3% pertence ao município de Juazeiro do Norte; com Barbalha possuindo melhor aproveitamento de poços na relação “em uso X abandonado”, com 13 por 1 (Figura 4.4).

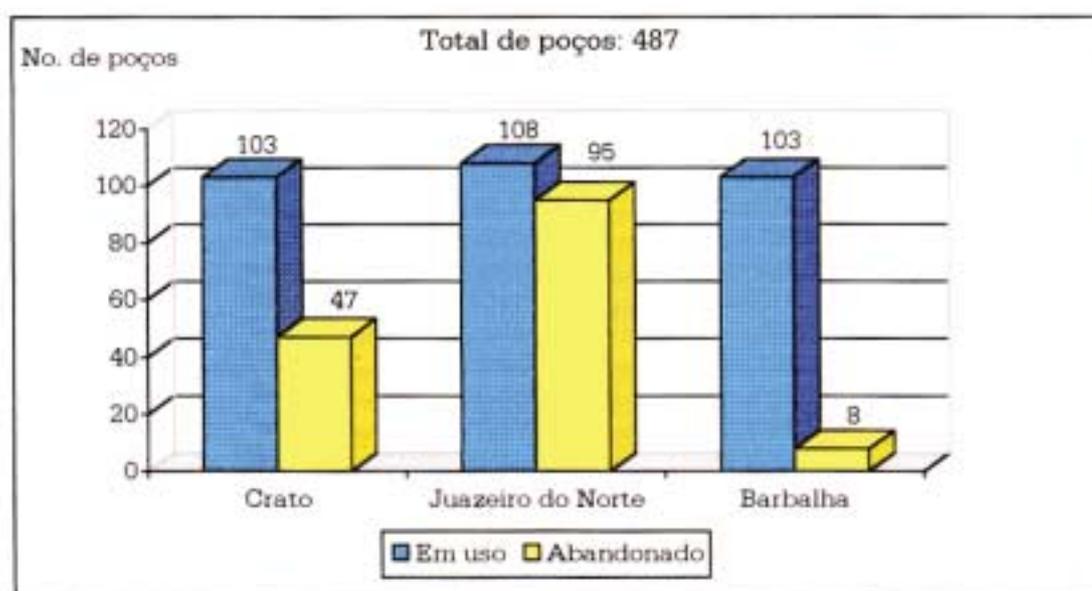


Figura 4.4 - Situação dos poços cadastrados por municípios na área

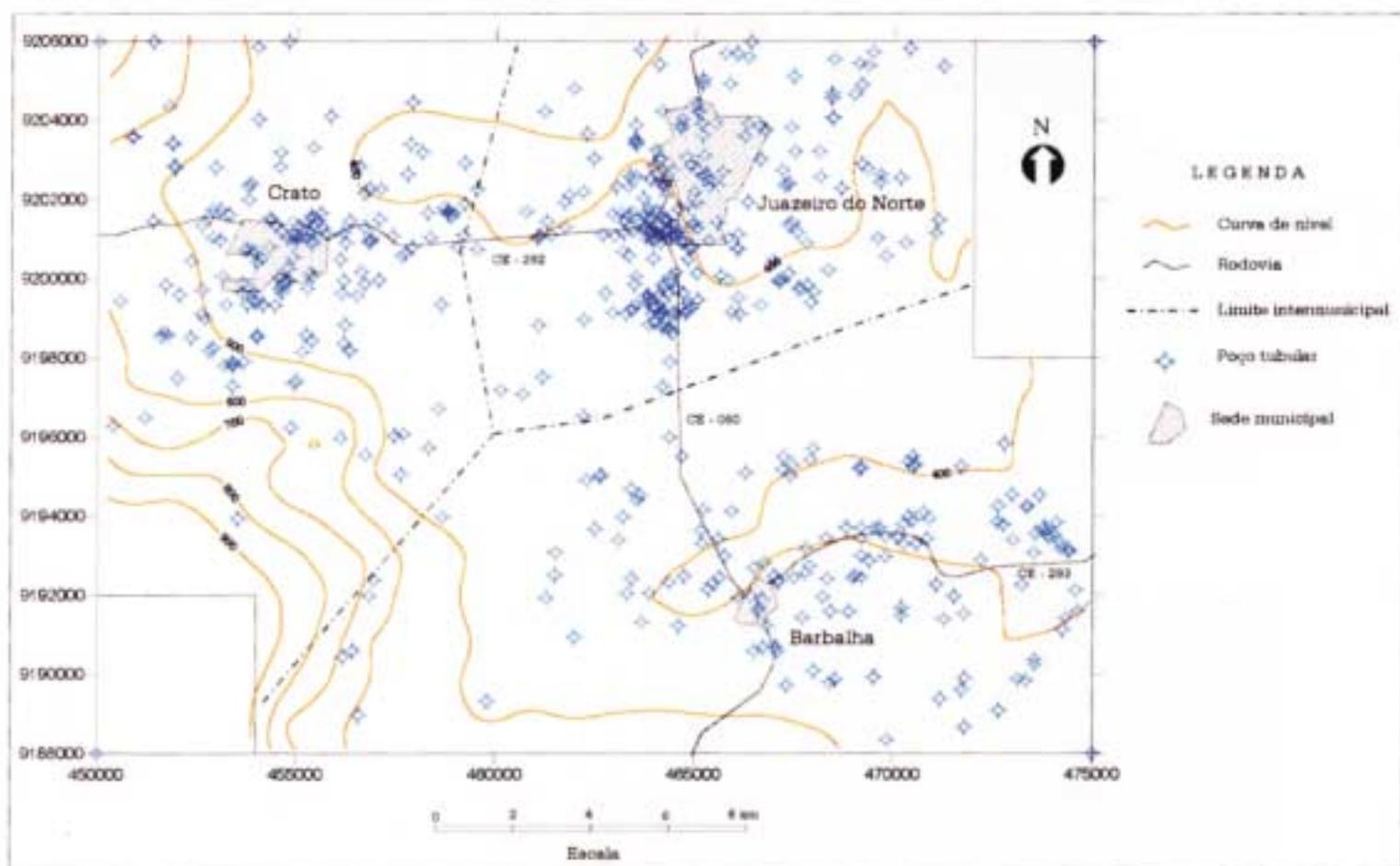


Figura 4.3 - Distribuição espacial dos poços tubulares na área de estudo (Jesu, 1998)

Apesar das águas subterrâneas terem diversificados usos, aqui abordaremos o consumo humano, o uso na indústria e na irrigação, e a qualidade da água, para qualificá-la dentro de padrões, direcionando seu uso para diferentes fins.

Do conjunto de 341 poços foram classificados quanto ao seu aproveitamento, sendo 6,1% (21) utilizados na indústria e 12% (41), na irrigação (Figura 4.5). Para usos múltiplos (abastecimento humano, jardinagem, limpeza, lazer, animais), foram identificados 279 (81,8%) distribuídos em dois tipos: público (prefeituras e companhias de abastecimento) e privado, produzindo 124.584 e 22.039 m<sup>3</sup>/dia para um regime de 24 e 8 h/dia de bombeamento, respectivamente.

Cerca de 95% das indústrias existentes na região do CRAJUBAR utilizam água subterrânea para seu consumo e uso humano, e os 5% restantes utilizam água das fontes. Foram cadastrados 21 poços tubulares utilizados na indústria, que produzem 186.5 m<sup>3</sup>/h, ou seja, 805.000 m<sup>3</sup>/ano.

Os poços utilizados na irrigação produzem 1.981 m<sup>3</sup>/h, ou seja, 8.5x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano, sendo usados principalmente na cultura de cana-de-açúcar, através de aspersores. Embora a Usina Manuel Costa Filho, situada no município de Barbalha, tenha paralisado suas atividades desde novembro/98, segundo os dados das fichas de 19 poços pertencentes a ela, eram explotados 889 m<sup>3</sup>/h ou seja, 1.92x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano, considerando-se um regime de 8 h/dia, durante os 9 meses do verão. No município do Crato também existem áreas de plantio de cana-de-açúcar, mas em menor proporção.

### **4.3 O sistema público de abastecimento de água**

O sistema público de abastecimento tem origem nas águas subterrâneas, captadas pelos poços tubulares e nas fontes naturais, com o município do Crato destacando-se na utilização das fontes.

Existem 51 poços tubulares em atividade para o abastecimento da população urbana dos três municípios (313.917 hab.), atendendo a 98% da população (307.612 hab.). Um número de 27 são gerenciados pela CAGECE.

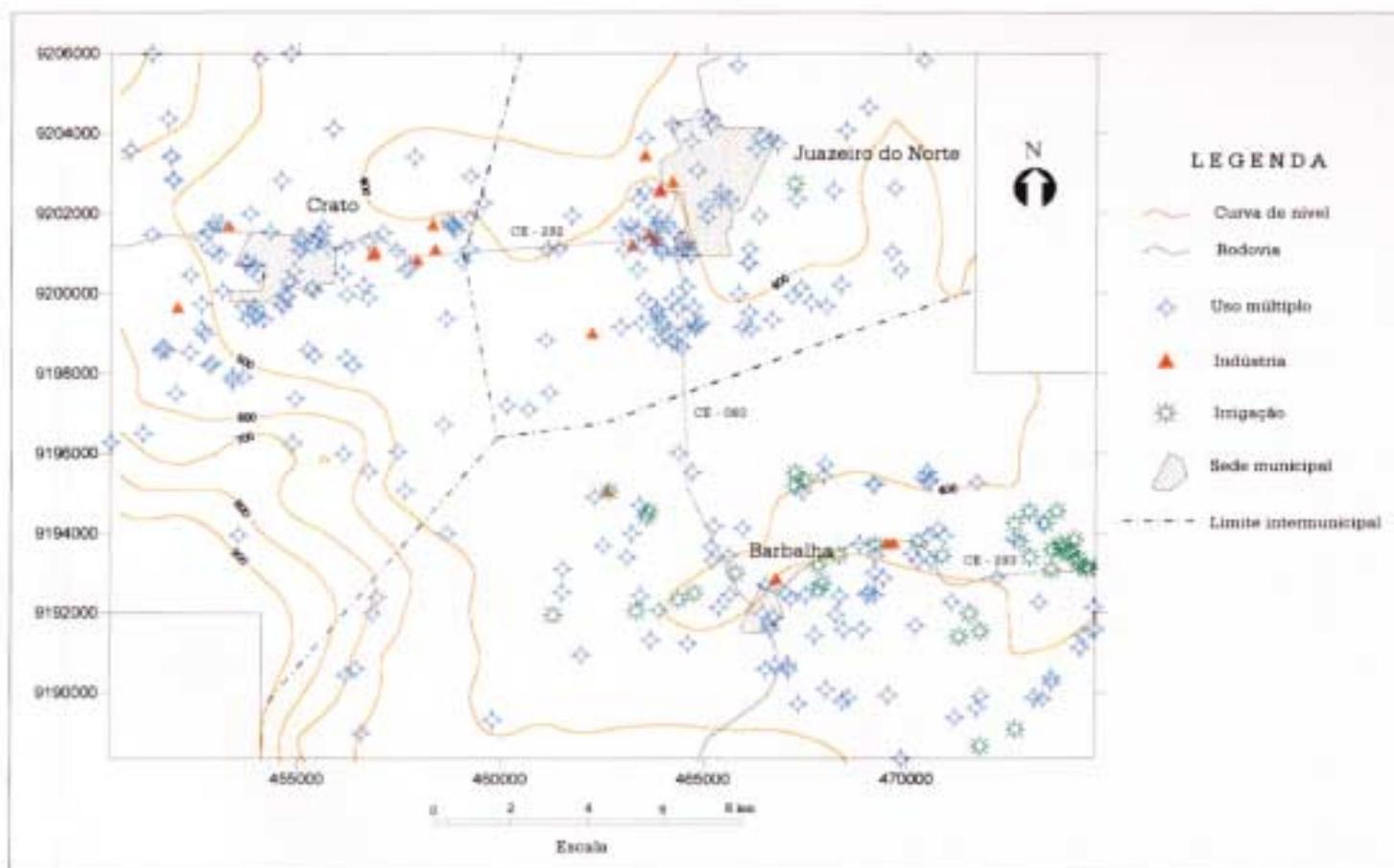


Figura 4.5 - Distribuição espacial do aproveitamento dos poços tubulares na área de estudo (Sousa, 2006)

sendo 04 em Barbalha e 23 em Juazeiro do Norte; 22 outros poços são da responsabilidade do SAAEC no município do Crato. A apresentam profundidade entre 60 e 227 metros, produzindo vazão de 4.369,16 m<sup>3</sup>/h. (Tabela 4.I).

Tabela 4.I – Características da profundidade e vazão dos poços do sistema público de abastecimento de água

Município	Varição da profundidade (m)	Vazão média (m <sup>3</sup> /h)
Barbalha	102 a 163	72.3
Crato	60 a 130	97.2
Juazeiro do Norte	91 a 227	113.9

Através dos dados de população abastecida e de oferta d'água, foi elaborada a Tabela 4.II. Adotando um regime de bombeamento utilizado pela CAGECE de 24h/dia, o consumo "per capita" oscila entre 318 e 370 L/hab./dia, com média de 340 L/hab./dia, acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde - OMS, que é de 150 L/hab./dia. Isso vem reiterar a afirmação de BIANCHI *et al.*, 1984 (*apud* CEARÁ *op. cit.*), que estudando hidrogeologicamente 900 km<sup>2</sup> do Cariri Ocidental, na área dos municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha, mostrou a existência de uma exploração desordenada das águas subterrâneas, além do uso e ocupação do meio sem critérios técnicos específicos, podendo comprometer o potencial quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas.

Tabela 4.II – Abastecimento público da área de estudo

Sede Municipal	População (hab.)			Fontes de captação	Oferta d'água			Consumo "per capita" L/hab./dia (e=c/a)
	Urbana	Abastecida (a)	Atendida (%)		m <sup>3</sup> /h (b)	m <sup>3</sup> /dia (c=b*24)	m <sup>3</sup> /ano (d=c*360)	
Barbalha	26.917	21.773 <sup>(1)</sup>	81	4 Pt	289.3	6.943	2.4x10 <sup>6</sup>	318
Crato	95.521	94.360 <sup>(2)</sup>	98	24 Pt 02 Fontes	1.458.2	34.996	12.5x10 <sup>6</sup>	370
Juazeiro do Norte	191.479	191.479 <sup>(1)</sup>	100	23 Pt	2.621.6	62.918	22.6x10 <sup>6</sup>	328
Total	313.917	307.612	-	53 Pt	4.369.1	104.857	37.7x10 <sup>6</sup>	340 (média)

Fonte: (1) CAGECE (1995); (2) SAAEC (1996) Pt = poço tubular

Embora exista uma maior oferta de água de que a demanda, ainda assim uma pequena parte da população (2%), não tem acesso à água, distribuída pela rede de abastecimento público, que são pessoas que habitam na periferia das sedes municipais, principalmente em Barbalha. A Figura 4.6 mostra a relação entre população urbana, população atendida e oferta d'água no período de 1995-96.

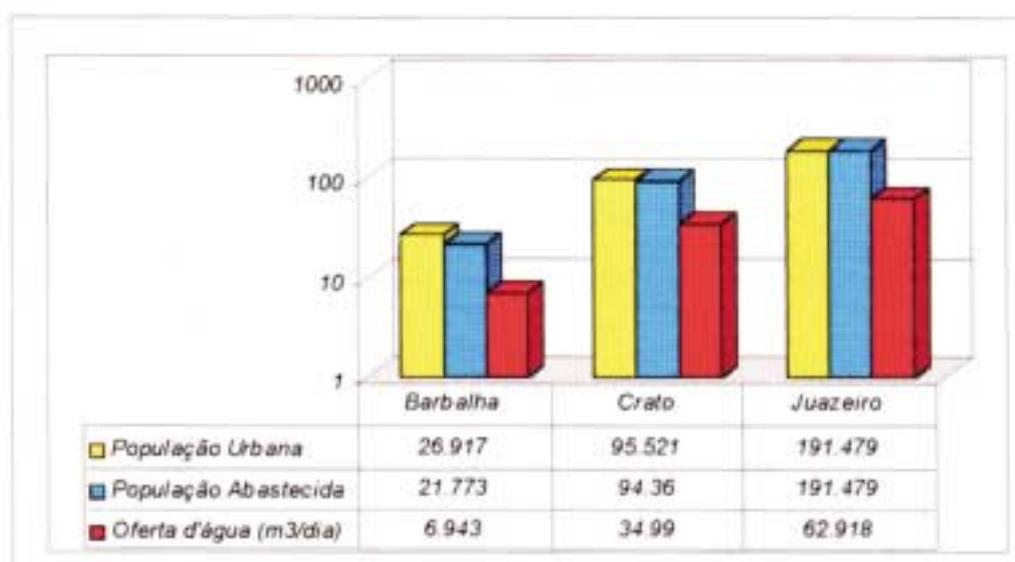


Figura 4.6 – Relação entre população urbana, população atendida e oferta d'água.

Adotando-se o consumo de 150 L/hab./dia, e considerando o volume de água aduzido para a população atendida (307.612 hab.), temos uma garantia de 100% no abastecimento (Tabela 4.III), ficando ainda disponível 58.714 m³/dia, ou seja, 21,1x10<sup>6</sup> m³/ano, suficiente para atender uma cidade com mais de 390.000 habitantes.

Tabela 4.III - Oferta d'água considerando-se a taxa "per capita" de 150 L/hab./dia

Sede Municipal	População urbana (a)	Oferta d'água (b)	Consumo "per capita" (c)	População Abastecida (hab.) (d=b/c)	Água disponível	
		m³/dia	L/hab./dia		L/hab/dia (e=d- a)	m³/dia (f=c * e)
Barbalha	21.773 <sup>(1)</sup>	6.943	150	46.286	24.513	3.677
Crato	94.360 <sup>(2)</sup>	34.996		233.306	138.946	20.841
Juazeiro do Norte	191.479 <sup>(1)</sup>	62.918		419.453	227.974	34.196
Total	307.612	104.857		699.045	391.433	58.714

Fonte: (1) CAGECE (1995); (2) SAAEC (1996)

Ressalta-se que, no cálculo não está computado o volume explorado de 216 poços privados em uso, que produzem  $5.366 \text{ m}^3/\text{h}$  de vazão. Estimando-se para esses poços um regime de bombeamento de  $8\text{h}/\text{dia}$ , obtém-se um volume de  $42.928 \text{ m}^3/\text{dia}$  que, somado ao volume de oferta d'água para abastecimento público, é de  $147.785 \text{ m}^3/\text{dia}$ , ou  $53,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

A Figura 4.7 mostra que a disponibilidade efetiva anual de água ( $37,7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ) através do abastecimento público, é bem superior a demanda que é de  $16,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  nos três municípios. A linha azul representa, em porcentagem, o valor da demanda em relação à disponibilidade, e a linha vermelha representa o volume de água disponível sem ser utilizada.

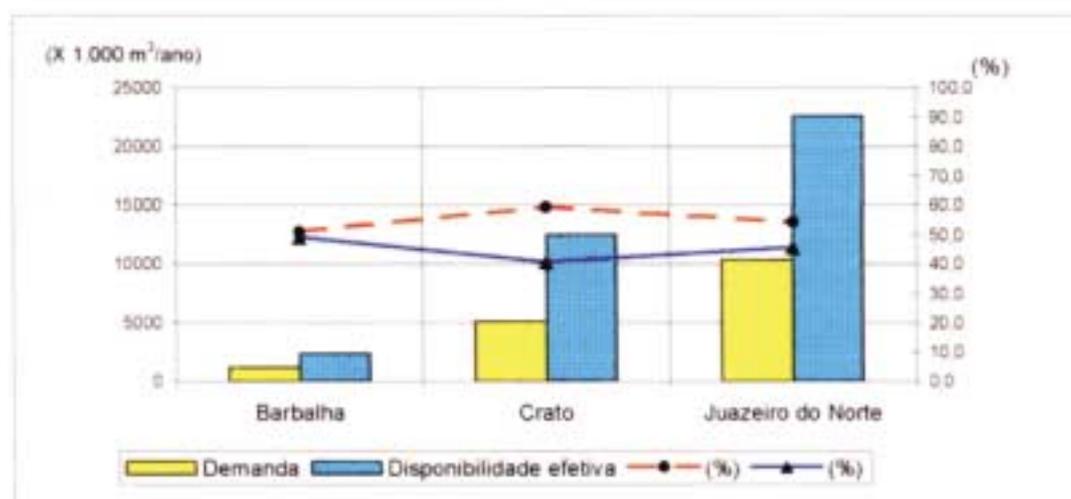


Figura 4.7 – Relação entre a disponibilidade efetiva anual e a demanda para abastecimento público

## 5. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS LOCAIS

Neste capítulo serão abordados as características hidrogeológicas, com enfoque para os tipos de aquíferos, ocorrências, espessuras, recargas e descargas, propriedades hidrodinâmicas, recursos e reservas, qualidade das águas e uso.

### 5.1 Aspectos gerais

A área é constituída em quase toda sua totalidade (95%) por rochas sedimentares pertencentes à bacia do Araripe. Litologicamente caracteriza-se por uma seqüência alternada de siltitos, arenitos finos a grosseiros, calcários, argilitos e folhelhos, e uma pequena área de cristalino (2%) ao norte de Juazeiro do Norte.

Hidrogeologicamente é a região de maior importância para o estado, por possuir os melhores e maiores aquíferos, podendo ocorrer a exploração de água subterrânea, por poços, com vazões de 300 m<sup>3</sup>/h a profundidade de até 300 metros. O potencial aquífero é representado pelas formações aflorantes Rio da Batateira e Mauriti e não aflorantes Missão Velha e Abaiara. As demais formações, Brejo Santo, Santana, Arajara e Exu apresentam pequena vocação hidrogeológica, bem como as aluviões e coberturas. As características hidrogeológicas dessas unidades, estão apresentadas no Quadro 5.I.

Quadro 5.I - Características hidrogeológicas das formações da bacia do Araripe

PERÍODO	FORMAÇÃO	CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS
QUATERNÁRIO	Aluviões	Areia e cascalho	Condutividade hidráulica média a alta. Recarga direta dos rios e chuvas. Bom para poços de grandes diâmetros e tubulares rasos
TERCIÁRIO	Coberturas Arenosas	Lateritas, arenitos e argilitos	Condutividade hidráulica baixa a média. Tem função de realimentar o aquífero subjacente. Recomendado para poços escavados de grandes diâmetros.
	Depósito de Tálus	Sedimentos das formações Arajara e Santana	
CRETÁCEO	Exu	Arenitos argilosos, cauliniticos, de granulometria variável. Leitões intercalados de arenitos grosseiros.	Condutividade hidráulica alta. Recarga direta da chuva para os aquíferos subjacentes através das fontes e infiltração direta. Fraca potencialidade hidrogeológica. Espessura entre 150 a 200 m. Nível estático muito profundo
	Arajara	Siltitos, argilitos, arenitos finos argilosos ou cauliniticos	Condutividade hidráulica baixa. Recebe água por infiltrações através da Fm. Exu. Fraca potencialidade hidrogeológica. Espessura média de 100 m.
	Santana	Folhelhos, calcários, margas, níveis de gipsita e amdrita	Condutividade hidráulica baixa. Potencialidade hidrogeológica fraca. Espessura média 180 m.
	Rio da Batateira	Arenitos médios a grosseiros, mal classificados. Arenitos médios e siltitos argilosos.	Condutividade hidráulica alta. Recarga direta da chuva e dos rios. Boa potencialidade hidrogeológica. Espessura média 102 m.
	Abaiara *	Arenitos argilosos intercalados com siltitos e folhelhos castanhos.	Condutividade hidráulica média. Recarga direta da chuva e dos rios. Média potencialidade hidrogeológica. Espessura média 90 m.
JURÁSSICO	Missão * Velha	Arenitos brancos grosseiros, friáveis, mal selecionados, contendo madeira fóssil	Condutividade hidráulica alta e de excelente potencialidade hidrogeológica. Alimentação direta da chuva e dos rios. Atende demanda de até 300m <sup>3</sup> /h de vazão. Espessura em torno 100 m.
	Brojo Santo *	Folhelhos e siltitos variegados, com intercalações de arenitos finos argilosos e vermelhos.	Condutividade hidráulica fraca. Espessura em torno de 350 m.
SILURO DEVONIANO	Mauriti	Arenitos quartzosos, grosseiros a médios, com estratificação cruzada.	Condutividade hidráulica média, com espessura em torno de 65 m.

(\*) Formações não aflorantes

A partir das características hidrogeológicas físicas dos poços, como profundidade (Prof.), nível estático (N.E.), nível dinâmico (N.D.) e vazão (Q), calcula-se o rebaixamento ( $S=N.D - N.E.$ ) e a capacidade específica ( $Q/S$ ). Os parâmetros estatísticos desses poços e os histogramas de distribuição percentual, são mostrados na Tabela 5.I e na Figura 5.1, respectivamente.

Tabela 5.I - Parâmetros estatísticos dos poços da área de estudo

	Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/S
	(m)				(m <sup>3</sup> /h)	[(m <sup>3</sup> /h)/m]
Média	85.5	23.0	38.0	15.6	25.5	2.3
Mediana	80.0	20.0	37.0	13.0	11.0	1.0
Desvio padrão	36.3	15.3	17.7	11.7	39.4	3.3
Máximo	350.0	97.0	129.7	117.1	300.0	26.5
Mínimo	22.0	0.3	6.0	0.2	0.1	0.01
No. de poços.	530	507	478	474	491	462

Prof. = Profundidade, N.E. = Nível estático, N.D. = Nível dinâmico, S = Rebaixamento,  
Q = vazão, Q/S = capacidade específica

Cerca de 75% dos poços têm profundidade compreendida entre 40 e 100 metros, com média de 73.6 metros. O nível estático médio é de 23.0 metros com uma predominância entre 10 e 30 metros (55%). Uma significativa porcentagem (19%) de poços com valores inferiores a 10 metros, refletem aqueles perfurados nas coberturas e aluviões, onde o nível da água é raso.

A vazão tem valor médio de 25.2 m<sup>3</sup>/h, com predominância de 74% entre 0,11 a 20 m<sup>3</sup>/h e nos valores de capacidade específica em 462 poços, observa-se que 50% são abaixo que 1 [(m<sup>3</sup>/h)/m]. Os maiores valores de vazão e capacidade específica são identificados nos poços utilizados pela CAGECE, FNS e SAAEC: oscilando entre 110 a 300 m<sup>3</sup>/h e 6 a 26 [(m<sup>3</sup>/h)/m], respectivamente. São poços construídos com critérios técnicos, onde são levados em consideração dentre outras, a hidrogeologia local e o projeto técnico construtivo do poço, sua finalidade que, geralmente é para abastecimento público. São poços com diâmetros de perfuração e revestimento entre 10 a 17" e 8 a 10 polegadas, respectivamente.

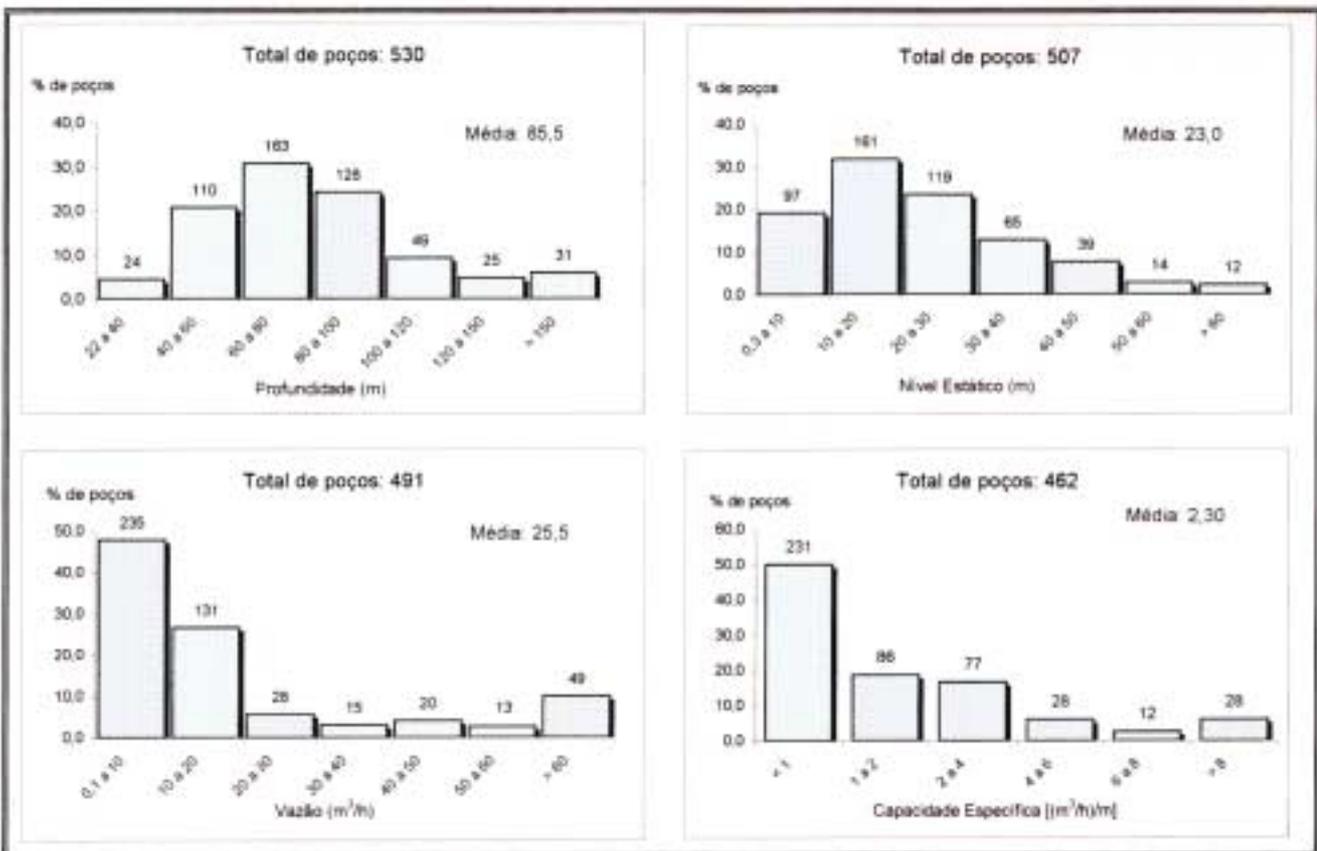


Figura 5.1 - Histogramas dos principais parâmetros dos poços da área de estudo

## 5.2 Aspectos construtivos dos poços tubulares

Um poço tubular não é só uma abertura de diâmetro geralmente uniforme, profundidade variável, vertical, com a finalidade de se extrair água. É também uma obra de engenharia hidrogeológica, necessitando, para a sua construção, de um projeto técnico, compreendendo o conhecimento sobre a hidrogeologia local, resultando na locação, perfuração, completação, desenvolvimento e teste de bombeamento. Como exemplo podemos citar o poço P - 276 (Figura 5.2), construído para a SAAEC com vazão de 150 m<sup>3</sup>/h e capacidade específica de 8.50 [(m<sup>3</sup>/h)/m], onde ambas estão bem acima dos intervalos mais freqüentes mostrados na Figura 5.1.

Em 433 poços construídos na área de estudo, o diâmetro de revestimento mais comum é de 6". porque esses poços foram perfurados objetivando o abastecimento de pequenas comunidades e para particulares, necessitando de pequena vazão (menor que 30 m<sup>3</sup>/h) e profundidade inferior a 60 metros. Os poços construídos por órgãos do governo federal e estadual, representam 43% sendo o restante por companhias particulares. A Tabela 5.II mostra os parâmetros técnicos de alguns poços da região.

## 5.3 Caracterização dos sistemas aquíferos

Considerando as características hidrogeológicas das formações geológicas, e baseado na classificação de MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*), foram individualizados quatro unidades hidro-estratigáficas, das quais três se prestam a captação de água subterrânea, identificadas por elementos físicos (permeabilidade, transmissividade) e litotipos predominantes.

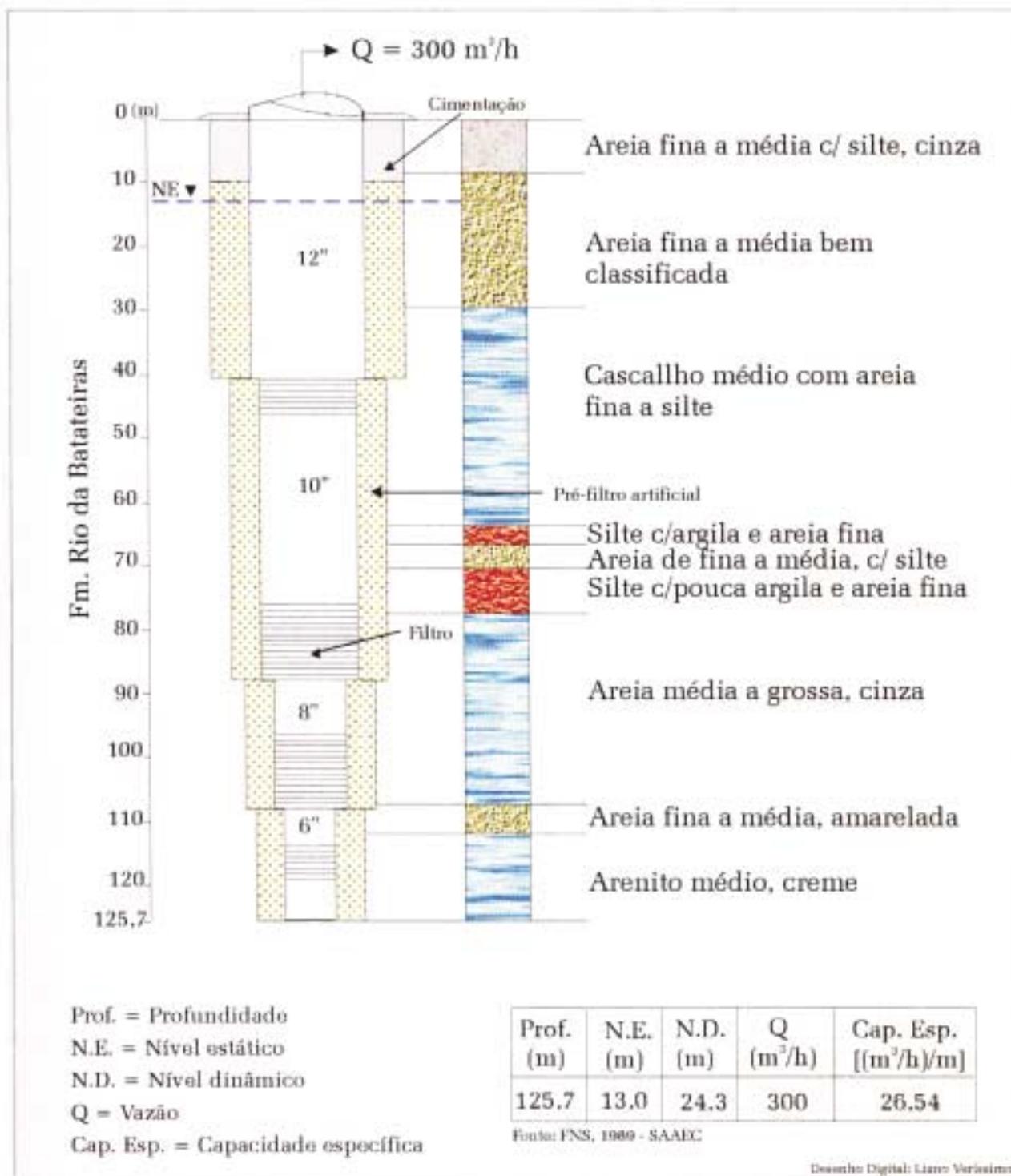


Figura 5.2 - Perfil construtivo / litológico do poço tubular P - 276  
 São Raimundo II - Aquífero Rio da Batateiras - Crato/CE

Tabela 5.1 - Parâmetros técnicos de poços tubulares nos municípios do Crato e Barbalha, região do Cariri - Ce

	Nº	Coordenadas		Prof.	N.E.	Intervalo (filtros)	DP	DR	Cap. Esp. [(m³/h)/m]	Método de perfuração
		UTM								
C R A T O	166	9201080	457404	106	33,0	4 - 22 40 - 58	8	5	0,110	Rotativo
	168	9203600	450875	64	31,0	10 - 52	10 - 8	6	0,572	-
	202	9200063	453143	80	10,2	28 - 52	10	6	0,228	-
	203	9201474	451393	70	12,4	34 - 60	10	6	0,243	-
	262	9196721	458573	82	16,4	54 - 60 72 - 80	12 <sup>1/4</sup> 9 <sup>7/8</sup>	6		Rotativo
	222	9198838	456210	95	14,5	12 - 30	10 - 8	6	0,262	Rotativo
	209	9201478	455533	84	31,0	12 - 18 36 - 66	8	5	6,000	-
	239	9200065	454550	80	20,0	42 - 54 66 - 80	10 8	8	3,520	-
	213	9201047	454767	90	21,0	60 - 36 81 - 91	12 <sup>1/4</sup> 9 <sup>7/8</sup>	6	0,687	-
	185	9199603	452045	140	75,0	90 - 140	17	10	8,300	Rotativo
288	9201662	455594	160	48,0	24 - 54	8	5	0,273	-	
B A R B A L H A	7	9195510	467226	100	27,0	60 - 100	14	8		-
	15	9192304	465445	134	5,0	50 - 68 70 - 85 92 - 98 104 - 113 124 - 131	17 <sup>1/2</sup> 16 8 <sup>5/8</sup>	10	8,581	-
	26	9193904	470472	82	7,0	34 - 38 46 - 54 62 - 66	9 <sup>7/8</sup>	6	0,357	Rotativo
	29	9194105	470751	50		6 - 10 14 - 22 30 - 42	12 <sup>1/4</sup> 9 <sup>7/8</sup>	6		Rotativo
	28	9193300	470264	60	16,0	12 - 16 22 - 38 46 - 58	12 <sup>1/4</sup> 9 <sup>7/8</sup>	6	6,000	Rotativo
	31	9194243	473324	70	5,1	6 - 48	8	5	11,895	Percussão
	34	9192748	467894	100	10,0	60 - 100	10	6		-
	44	9191700	466600	60	9,3	18 - 54	8	5	3,385	Rotativo
	59	9193700	469193	86	7,0	59 - 71	10	6	1,043	Rotativo
	91	9192460	469186	79	28,0	22 - 38	6	6	1,467	Rotativo
79	9192700	466500	73	6,0	24 - 28 44 - 52	9 <sup>7/8</sup>	6		Rotativo	
131	9193600	473800	200	0,5	74 - 80	10	6	4,811	Rotativo	

Prof. = Profundidade, N.E. = Nível estático, DP = Diâmetro de perfuração, DR = Diâmetro de revestimento, Cap. Esp. = capacidade específica

### 5.3.1 Unidade hidro-estratigráfica 1

Constitui-se das aluviões e das coberturas arenosas e areno-argilosas, com permeabilidade de média a alta e potencialidade hídrica média.

As aluviões ocorrem na parte norte e sul da área, com direção leste-oeste, abrangendo uma área de 61,5 km<sup>2</sup>. Sua expressão maior está nas margens do rio Batateira, que drena os municípios de Crato e Juazeiro do Norte, e do rio Salamanca, no município de Barbalha, ambas variando entre 1 e 2 km<sup>2</sup> de largura. Tem alimentação direta das águas das chuvas e dos rios influentes. É comum a construção de poços amazonas para serem utilizados na irrigação de cana-de-açúcar nestas aluviões.

As coberturas arenosas e areno-argilosas ocorrem por toda a parte central da área, abrangendo 97 km<sup>2</sup>, e tem como função principal realimentar os aquíferos subjacentes. Situam-se, predominantemente, entre as cotas 440 a 480 metros.

As aluviões e coberturas constituem-se na alternativa mais barata em termos de captação de água, onde os poços são construídos manualmente. São de pequena profundidade (< 10 m) e grandes diâmetros, a exemplo o poço "Oásis", situado no local denominado Estrela, município de Barbalha, com 20,5 metros de diâmetro, 8,0 metros de profundidade e 3,0 metros de lâmina d'água. (Foto 5.1).

### 5.3.2 Unidade hidro-estratigráfica 2

Apresenta litotipos de média permeabilidade e pequena potencialidade hídrica (siltitos e arenitos finos), constituído pelas formações Exu e Arajara, com 37,0 km<sup>2</sup> de exposição.

Especialmente esta unidade ocorre nas porções sudoeste, oeste e noroeste da área. A Formação Exu constitui o topo da chapada, com altitudes entre 900 a 960 m e a Formação Arajara ocorre bordejando o sopé da chapada, com cotas variando entre 760 a 90 m. Estudos recentes realizados por

MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*) atribuem para esta unidade uma espessura média de 240 m e mergulho aproximado de 5° graus para norte.



Foto 5.1 – Poço amazonas “Oásis”. Localidade Estrela, Barbalha – CE (1996)

A sua alimentação é realizada pelas águas das chuvas, e a ausência de drenagem é marcante no topo da chapada, provocada pela presença de um solo muito arenoso e poroso. A recarga é aproximadamente de  $100 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano em toda a chapada do Araripe (MONT'ALVERNE *et al op. cit.*). Como descarga têm-se basicamente as fontes, exutórios naturais formados a partir da infiltração de água no topo da chapada, que desce por gravidade até o contato com a Formação Arajara de caráter argiloso. Do total de 344 fontes cadastradas por MONT'ALVERNE *et al (op. cit.)*, cerca de 85% (293) escoam para o Ceará, com vazão média de 18 m<sup>3</sup>/h, contribuindo com  $44 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano. Nos municípios de Barbalha e Crato encontram-se nove (9) fontes de maiores vazões, com valores superiores a 100 m<sup>3</sup>/h. Na área de estudo não foi localizado nenhum poço nesse sistema.

### 5.3.3 Unidade hidro-estratigráfica 3

Apresenta uma predominância de litotipos de baixa permeabilidade (calcários, argilitos, folhelhos e níveis de gipsita) e pequena potencialidade hídrica, constituída pelas formações Santana e Brejo Santo.

A Formação Santana aflora na porção sudoeste e noroeste da área, bordejando o sopé da chapada, correspondendo a 30 km<sup>2</sup> de parte aflorante e cotas variando entre 560 a 650 metros. Estudos realizados por MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*) indicam uma espessura em torno de 200 metros, considerando-se esta formação como um aquíclude.

A Formação Brejo Santo aflora numa pequena parte ao norte e nordeste da área, ocupando 5 km<sup>2</sup>. Apresenta-se entre as cotas de 400 a 440 metros, com espessura em torno de 400 metros, sendo também considerada como um aquíclude.

### 5.3.4 Unidade hidro-estratigráfica 4

Esta unidade congrega as formações que apresentam uma elevada permeabilidade e grande potencialidade hídrica subterrânea (arenitos grosseiros a médios, micáceos) sendo constituída pelas formações Rio da Batateira e Mauriti (aflorantes) e Abaiara e Missão Velha em subsuperfície. É responsável pelo abastecimento das populações de vários municípios, dentre eles Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte.

Ocorre na área de estudo, abrangendo 179.5 km<sup>2</sup>, distribuída no planalto sertanejo, aflorando nas porções nordeste, noroeste e sul e, segundo MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*), apresenta uma espessura média de 295 metros, com variações localizadas.

A alimentação dessa unidade é feita diretamente nas áreas aflorantes, pelas águas da chuva, e através de infiltração de águas dos rios influentes, alimentados pelas fontes, muito comuns no "pé" da Chapada do Araripe.

Estudos realizados por MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*) atribuem para as regiões Crato – Missão Velha e Abaiara – Mauriti, com a primeira região correspondendo aproximadamente a área de estudo, uma vazão de escoamento natural de  $2,88 \text{ m}^3/\text{s}$ , com uma recarga anual de  $90,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ , mais a contribuição das fontes de  $2,32 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , perfazendo um total de  $93,1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

Constituem-se como exutórios, os rios efluentes, numa pequena parcela a evapotranspiração e a exploração de poços. Nos rios ocorre no período de estiagem, através de infiltração inversa, ou seja, quando o rio se torna influente, podendo isso ser comprovado através do rebaixamento de nível estático, observado nos poços da região. Considerando como volume de descarga o mesmo que o de recarga, o volume final de descarga seria a recarga menos o volume explorado nos poços situados na área.

Baseando-se na distribuição espacial dos poços, e considerando-se que essa unidade hidro-estratigráfica ocorre em quase 90% da área (superfície e subsuperfície), existem 398 poços explotando água subterrânea desse sistema, onde 87% (349) apresentam dados de vazão, produzindo  $11.000 \text{ m}^3/\text{h}$ . Os valores médios de profundidade e capacidade específica são  $88,2 \text{ m}$  e  $2,7[(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}]$  respectivamente. Estimando-se um regime de bombeamento médio de  $12 \text{ h}/\text{dia}$ , para poços públicos e privados, o total anual explorado seria de  $47,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Assim, a descarga anual seria de  $48,8 \times 10^6 \text{ m}^3$  (50,6%) da recarga anual, onde o restante (49,4%) está alimentando os rios e perdendo-se por evapotranspiração.

#### 5.4 Características hidrodinâmicas

Estudos hidrodinâmicos efetuados por MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*) na região do Cariri, com 31 ensaios de bombeamento realizados em poços situados no “sistema aquífero médio” - que corresponde ao neste trabalho a unidade hidro-estratigráfica 4, - apresentaram os seguintes valores médios:

- Transmissividade ( $T$ ) =  $7,90 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- Coeficiente de condutividade hidráulica ( $K$ ) =  $7,32 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
- Coeficiente de armazenamento ( $S$ ) =  $1,36 \times 10^{-3}$

Durante a realização deste trabalho foram executados dois testes de bombeamento, em dois poços distintos, com o método do Tubo de Orifício Circular, usado amplamente pelo DNPM, na determinação de vazões de poços profundos, utilizados para produção de águas minerais.

O primeiro, foi realizado no poço P - 368 denominado "*Fonte Padre Cícero*", localizado na sede do município de Juazeiro do Norte, de propriedade da São Geraldo Águas Minerais. Foi executado no período de 19 a 20/04/99, com duração de 24 horas para bombeamento, com vazão mantida constante e 7,20 horas na recuperação.

Como poço de observação foi utilizado o P - 370, localizado a 100 metros, onde não foi constatado nenhum rebaixamento em seu nível estático. A explicação é de que esse poço capta níveis hidráulicos diferentes e isolados. O poço P - 370 tem 98 metros de profundidade e o poço P - 368, tem 143 metros, possuindo filtros no intervalo de 110 a 143 metros.

O segundo foi realizado no poço (P - 284) denominado "*Açucena*", na localidade Batateira, município do Crato, de propriedade da Serrabela Mineração. Foi executado no período de 21 a 22/04/99, com duração de 24 horas para bombeamento e 1,40 horas na recuperação; também com vazão constante e não foi utilizado poço vizinho para observação.

Para a interpretação desses testes foi utilizado o Programa *Aquifertest V.2.0*, desenvolvido pela *Waterloo Hydrogeologic*, onde foram identificados vários parâmetros técnicos. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.III.

Tabela 5.III – Características dos poços bombeados no municípios de Crato e Juazeiro do Norte, região do Cariri - Ce

Poço		P - 368	P - 370
Proprietário		São Geraldo Águas Minerais	Serrabela Mineração
Localização		Sede (Juazeiro do Norte)	Batateiras (Crato)
Diâmetro de perfuração		14 "	12 "
Diâmetro de revestimento		6 "	6 "
Profundidade		143,00 m	100,00 m
Nível estático		36,25 m	11,08 m
Nível dinâmico		39,69 m	18,94 m
Rebaixamento		3,44 m	7,86 m
Vazão		13 m <sup>3</sup> /h	20 m <sup>3</sup> /h
Capacidade específica		3,779 [(m <sup>3</sup> /h)]/m	3,012 [(m <sup>3</sup> /h)]/m
Coeficiente de transmissividade		2,14x10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s	5,58x 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s
Coeficiente de condutividade hidráulica		6,51x10 <sup>-5</sup> m/s	6,27x10 <sup>-5</sup> m/s
Data		19 a 20/04/99	21 a 22/04/99
Método		Tubo de orifício circular	Tubo de orifício circular
Tempo	Bombeamento	24 horas	24 horas
	Recuperação	7,20 horas	1,40 horas

## 5.5 Reservas, potencialidade e disponibilidade das águas subterrâneas

A metodologia adotada para o cálculo de reservas foi a proposta por COSTA (1997, 1998), onde são definidos os termos de reservas (permanente e reguladora), potencialidade e disponibilidade (virtual, efetiva e atual).

### 5.5.1 Reservas

As reservas das águas subterrâneas compreendem as reservas reguladora (renovável) e reserva permanente.

A reserva reguladora corresponde à quantidade de água acumulada no meio aquífero, em função da porosidade eficaz ou do coeficiente de armazenamento e variável anualmente, em decorrência dos aportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo e dos exutórios. No cálculo da

reserva reguladora, foi utilizada a vazão de escoamento natural (VEN), determinada por MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*), para a região de Crato - Missão Velha.

A reserva permanente corresponde ao volume de água acumulada no meio aquífero, em função da porosidade eficaz ou do coeficiente de armazenamento, não variável anualmente da flutuação da superfície potenciométrica. No cálculo da reserva permanente foram utilizadas as expressões (1) e (2):

$$\boxed{R_p = A \times h_o \times S} \quad \text{aquífero confinado} \quad (1)$$

$$\boxed{R_p = A \times h_o \times \eta_e} \quad \text{aquífero livre} \quad (2)$$

Onde:

$R_p$  = reserva permanente ( $m^3$ )

$A$  = área de ocorrência do aquífero ( $m^2$ )

$h_o$  = espessura saturada (m)

$\eta_e$  = porosidade eficaz ou efetiva (aquífero livre) (adimensional)

$S$  = coeficiente de armazenamento (aquífero confinado) (adimensional)

### 5.5.2 Potencialidade

Constitui o volume hídrico que pode ser utilizado anualmente incluindo, eventualmente, uma parcela das reservas permanentes, passíveis de serem exploradas, com descarga constante, durante um determinado tempo. No cálculo da potencialidade foi utilizado a expressão (3):

$$\boxed{P = (R_p \times i) + R_r} \quad (3)$$

Onde:

$P$  = Potencialidade ( $m^3/\text{ano}$ )

$R_p$  = reserva permanente (m<sup>3</sup>)

$R_r$  = reserva reguladora (m<sup>3</sup>/ano)

$i$  = percentual da reserva permanente a ser utilizada (%)

### 5.5.3 Disponibilidades

Constituem os recursos hídricos explotáveis que estão disponíveis e que não comprometem as reservas do aquífero nem o meio ambiente. Podem ser classificadas como disponibilidade virtual, efetiva e atual.

- *Disponibilidade virtual* ⇒ parcela máxima que pode ser aproveitada anualmente da potencialidade, correspondendo à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema aquífero, sem que produza um efeito indesejável de qualquer ordem, como econômica, caráter hidrogeológico ou conflito social. Para aquíferos sedimentares, essa disponibilidade pode ser, no máximo, igual a potencialidade;
- *Disponibilidade efetiva instalada* ⇒ corresponde ao volume máximo de água subterrânea que pode ser bombeada, a partir das obras já existentes, operando com vazões no máximo permissível, e em regime de 24/24 horas, sem comprometimento das reservas permanentes. No cálculo dessa disponibilidade foi utilizado a expressão (4):

$$De = Q \times t_h$$

(4)

Onde:

$De$  = disponibilidade efetiva instalada (m<sup>3</sup>/ano)

$Q$  = total das vazões dos pontos de captação (m<sup>3</sup>/h)

$t_h$  = número de horas durante o ano (8.760 horas)

- *Disponibilidade atual*  $\Rightarrow$  corresponde ao volume de água subterrânea que está sendo bombeada a partir das obras já existentes, operando com vazões normais, e em regime de bombeamento que vem sendo utilizado. Para cálculo dessa disponibilidade foi utilizada a expressão (3):

Os parâmetros aqui utilizados para cálculo das reservas hídricas exploráveis são os que foram aplicados por MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*) para a região Crato – Missão Velha, onde está inserida a área de estudo.

#### 5.5.4 Cálculo da unidade hidro-estratigráfica 2

Para o cálculo da reserva permanente dessa unidade, que engloba as formações Exu e Arajara, foram utilizados os seguintes dados:

- Área de ocorrência do sistema aquífero -  $A = 37 \text{ km}^2 = 37 \times 10^6 \text{ m}^2$
- Coeficiente de armazenamento (aquífero confinado) -  $S = 1 \times 10^{-4}$
- Porosidade efetiva (aquífero livre) -  $\eta_e = 8\%$
- Espessura saturada livre -  $h_{ol} = 20 \text{ m}$
- Espessura saturada sob pressão -  $h_{op} = 10 \text{ m}$

##### 1. Cálculo da reserva permanente do aquífero confinado

$$Rp_1 = A \times h_{op} \times S$$

$$Rp_1 = 37,0 \times 10^6 \times 10 \times 1 \times 10^{-4} \Rightarrow 0,03 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$Rp_2 = A \times h_{op} \times \eta_e$$

$$Rp_2 = 37,0 \times 10^6 \times 10 \times 8 \times 10^{-2} \Rightarrow 29,6 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$Rp_3 = Rp_1 + Rp_2$$

$$Rp_3 = 0,03 \times 10^6 + 29,6 \times 10^6 \Rightarrow 29,63 \times 10^6 \text{ m}^3$$

## 2. Cálculo da reserva permanente livre

$$Rp_4 = A \times h_{ol} \times \eta_e$$

$$Rp_4 = 37,0 \times 10^6 \times 20 \times 8 \times 10^{-2} \Rightarrow 59,2 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$59,2 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Reserva permanente total:  $59,2 \times 10^6 \text{ m}^3$

$$Rp = Rp_3 + Rp_4$$

$$Rp = 29,63 \times 10^6 + 59,2 \times 10^6$$

$$Rp = 88,83 \times 10^6 \text{ m}^3$$

A reserva reguladora e as disponibilidades efetiva e atual não foram dimensionadas devido a ausência de informações de poços na chapada.

### 5.5.5 Cálculo da unidade hidro-estratigráfica 4

Para o cálculo da reserva permanente dessa unidade, que abrange as formações Rio da Batateira, Mauriti, Abaiara e Missão Velha, foram utilizados os seguintes dados:

- Área de ocorrência do sistema aquífero -  $A = 179,5 \times 10^6 \text{ m}^2$
- Coeficiente de armazenamento (aquífero confinado) -  $S = 2 \times 10^{-4}$
- Porosidade efetiva média (aquífero livre) -  $\eta_e = 10\%$
- Espessura média -  $h_o \approx 295 \text{ m}$

$$Rp_1 = A \times h_o \times S$$

$$Rp_1 = 179,5 \times 10^6 \times 295 \times 2 \times 10^{-4} \Rightarrow 10,6 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$Rp_1 = A \times h_0 \times \eta e$$

$$Rp_2 = 179,5 \times 10^6 \times 295 \times 0,1 \Rightarrow 5,3 \times 10^9 \text{ m}^3$$

$$Rp = Rp_1 + Rp_2$$

$$Rp = 10,6 \times 10^6 + 5,3 \times 10^9$$

$$Rp = 5,31 \times 10^9 \text{ m}^3$$

No cálculo da reserva reguladora foi utilizado o parâmetro “vazão de escoamento natural” (VEN), determinado por MONT'ALVERNE *et al* (*op. cit.*), para a região Crato - Missão Velha, que é 2,88 m<sup>3</sup>/s, ou seja 89,5x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/ano. Adicionando a essa vazão, a descarga das fontes da chapada do Araripe no Ceará de 43,7x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano e, considerando 10% de infiltração, teremos 4,3x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano de contribuição. Assim, a reserva reguladora será:

$$Rr = 89,5 \times 10^6 + 4,3 \times 10^6$$

$$Rr = 93,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

A disponibilidade efetiva instalada foi calculada a partir de um regime de exploração de 24/24 horas, para 349 poços, considerando a soma total das suas vazões horárias multiplicadas pelo número de horas durante o ano (8.640) ou seja:

- total das vazões dos pontos de captação  $Q = 11.000 \text{ m}^3/\text{h}$
- número de horas durante o ano -  $t_h = 8.640 \text{ horas}$

$$De = Q \times t_h$$

$$De = 11.000 \times 8.640$$

$$De = 95,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

A disponibilidade *atual* foi calculada a partir de 216 poços privados em funcionamento, em regime de exploração 8/24 horas, e de 119 públicos, em regime de exploração de 18/24 horas, considerando a soma de suas vazões horárias multiplicadas pelo número de horas durante o ano, ou seja:

$$Da = Q \times t_h$$

#### Poços privados

- total das vazões dos poços -  $Q_1 = 5.366,4 \text{ m}^3/\text{h}$
- número de horas durante o ano -  $t_{h1} = 2.880 \text{ horas}$

$$Da_1 = 5.366,4 \times 2.880 \approx 15,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

#### Poços públicos

- total das vazões dos poços -  $Q_2 = 5.406,7 \text{ m}^3/\text{h}$
- número de horas durante o ano -  $t_{h2} = 6.480 \text{ horas}$

$$Da_2 = 5.406,7 \times 6.480 \approx 35,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$Da_3 = Da_1 + Da_2$$

$$Da_3 = 15,4 \times 10^6 + 35,0 \times 10^6$$

$$Da_3 = 50,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

A potencialidade da área de estudo foi calculada com o limite de 10% da reserva permanente em 50 anos, isto é, 0,2% ao ano, durante 50 anos consecutivos, onde a potencialidade é dada por:

$$P = (Rp \times i) + Rr$$

- Reserva permanente -  $Rp = 5,31 \times 10^9 \text{ m}^3$
- Reserva reguladora -  $Rr = 93,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$
- Percentual da reserva permanente -  $i = 2\%$

$$P = (5,31 \times 10^9 \times 0,002) + 93,8 \times 10^6$$

$$P = 10,6 \times 10^6 + 93,8 \times 10^6$$

$$P = 104,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

#### 5.5.6 Considerações

Foi calculada uma reserva permanente de  $5,31 \times 10^9 \text{ m}^3$  e reserva reguladora de  $93,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

O volume de água subterrânea hoje explorado assegura o atendimento total da demanda nos três municípios, assim distribuídos: uso múltiplos (82%), agricultura (12%) e indústrias (6%).

A disponibilidade atual é de  $140.000 \text{ m}^3/\text{dia}$  para uma população estimada de  $365.000$  habitantes, o que corresponde a  $383 \text{ L}/\text{hab}/\text{dia}$ , valor esse, muito próximo ao consumo médio encontrado na Tabela 4.I. e, bem acima do recomendado em projetos técnicos  $150 \text{ (L}/\text{hab}/\text{dia})$ . Essa disponibilidade corresponde a 53,7% da reserva reguladora, dispondo de  $43,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ , que podem ser consumidos sem comprometimento para reserva permanente (Tabela 5.IV).

Considerando uma taxa de crescimento da população de 1,55% ao ano, após 25 anos essa disponibilidade atual, ainda daria para abastecer a nova população ( $536.000$ ), sem comprometimento para reserva permanente.

Tabela 5.IV - Valores da reserva, potencialidade e disponibilidades dos sistemas aquíferos da área de estudo

Disponibilidade Atual	$50,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$	140.000 ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )
Disponibilidade Efetiva	$95,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$	263.800 ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )
Potencialidade	$104,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$	290.000 ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )
Reserva Reguladora	$93,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$	260.500 ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )
Reserva Permanente	$5,31 \times 10^9 \text{ m}^3$	
População (estimada /99)	365.000 hab.	

## 5.6 Hidroquímica

A saúde das pessoas está diretamente associada à qualidade da água consumida. Segundo estudos da ONU (Agenda 21, 1992), calcula-se que 80 % das doenças dos países em desenvolvimento são veiculadas através de água contaminada. Daí ser extremamente importante o conhecimento da qualidade das águas de uma região através de análises físico-químicas e bacteriológicas, que constitui-se num mecanismo para caracterizá-las quanto à composição química, potabilidade e direcionamento de usos (doméstico, industrial e agropecuário).

### 5.6.1 Aspectos gerais

Foram levantadas através do cadastramento 38 análises físico-químicas e 03 bacteriológicas e, em etapa de campo realizada durante este trabalho, coletou-se mais 16 amostras de águas para análises físico-químicas, e 10 dessas para análises bacteriológicas. Todas foram realizadas pelo Laboratório Central da CAGECE, e após os resultados, foi realizado o balanço iônico das 54 análises, para verificação da validade, sendo utilizadas na interpretação aquelas cujo erro foi de até 13%, restando somente 35 análises. A distribuição espacial dos poços amostrados e os valores dessas análises, são mostrados na Figura 5.3 e na Tabela 5.V, respectivamente.

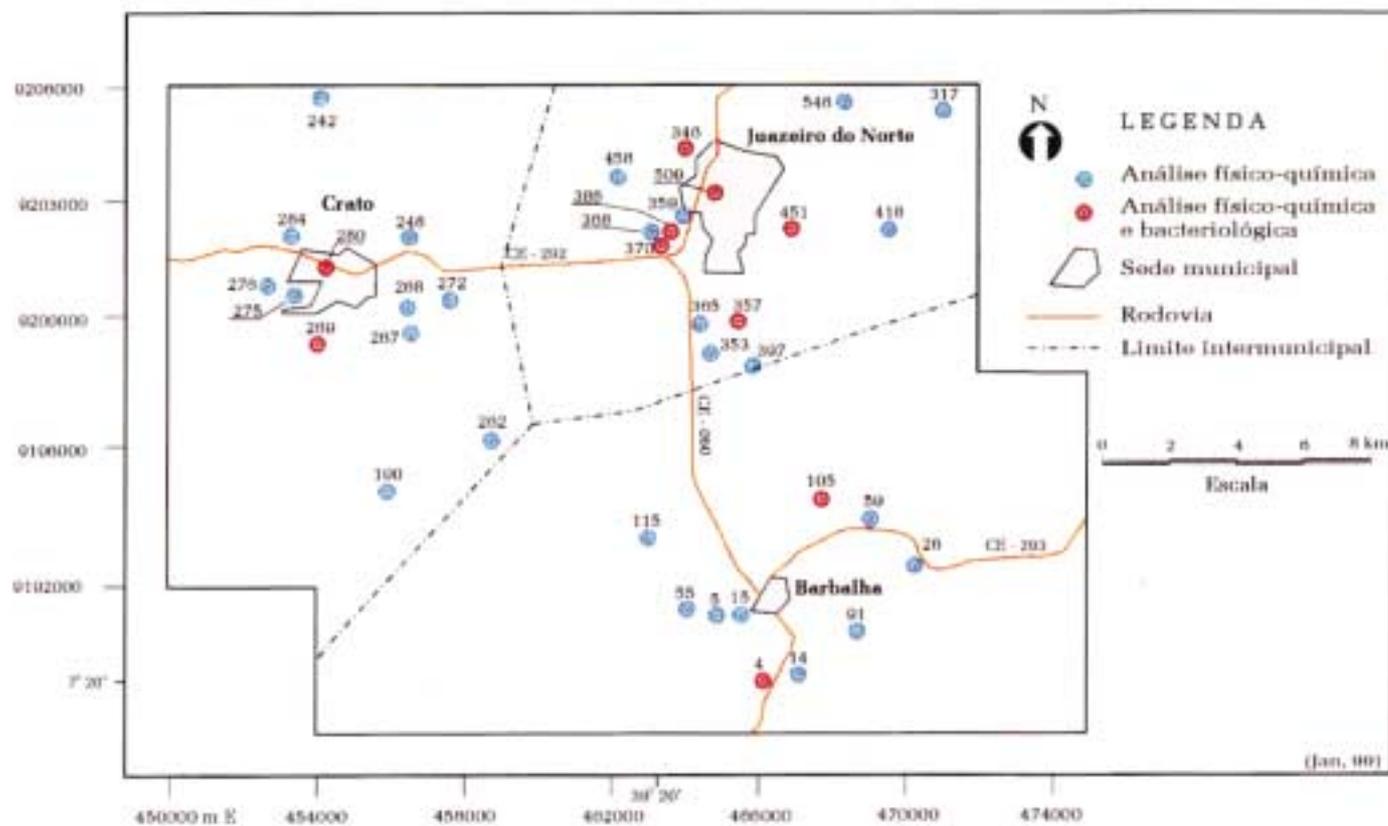


Figura 5.3 - Distribuição espacial dos poços amostrados para análises

### 5.6.2 Caracterização da composição química das águas subterrâneas

A caracterização química das águas subterrâneas foi realizada com a utilização de diagramas específicos (*Piper, Schoeller & Berkloff* e *U.S. Salinity Laboratory Staff*) onde foram plotados as concentrações dos elementos químicos envolvidos.

A dureza da água produzida pela concentração do cálcio e magnésio, é demonstrada pela quantidade de sabão necessária para que se produza espuma. O valor médio das 35 amostras de água de poços tubulares é de 91,0 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , não produzindo nenhum problema para a utilização no abastecimento público, mas com restrições para indústria. Enquadra-se no tipo de água "pouco dura", segundo a classificação de CUSTÓDIO & LLAMAS (1983). As águas dos poços localizados nos três municípios apresentam padrões semelhantes, oscilando de "branda" a "muito dura", com valores entre 21 e 265 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (Quadro 5.II).

Quadro 5.II - Classificação das águas subterrâneas da área de estudo segundo a dureza

Tipo (*)	Teor de $\text{CaCO}_3$ (*)	No. de Amostras	Frequência Relativa (%)
	( $\mu\text{S/cm}$ )		
Branda	< 50	8	23
Pouco dura	50 - 100	15	43
Dura	100 - 200	10	28
Muito dura	> 200	2	6
Total		35	100

(\*) Fonte: Custodio & Llamas, 1976

Os valores dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), apresentam um valor médio de 134 mg/L; oscilando entre 46 e 328 mg/L. Todos estão inseridos nos padrões aceitos para água potável que é de até 500 mg/L, podendo ser usada para indústria, irrigação e consumo humano.

Os valores da condutividade elétrica (capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica) das águas de 143 poços tubulares, indicam que 88% (126) situam-se abaixo de 500  $\mu\text{S/cm}$  a 25 °C (Figura 5.4), dentro dos padrões admissíveis para água potável. O valor médio é de 294  $\mu\text{S/cm}$ , variando entre 40 e 1.305  $\mu\text{S/cm}$ . Os valores mais altos estão localizados nas águas subterrâneas

dos poços no município de Juazeiro do Norte. Pode-se associar este fato a uma concentração maior de íons cátions nessas águas, devido estarem situadas em áreas de condicionamento.

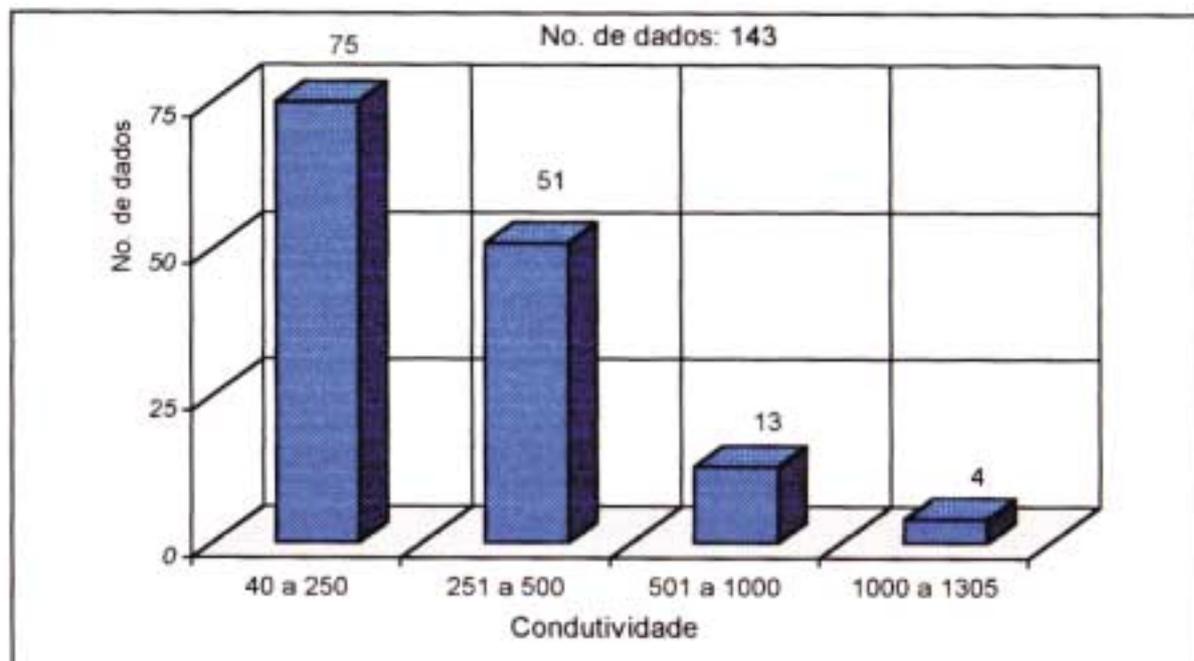


Figura 5.4 – Distribuição dos valores de Condutividade Elétrica ( $\mu$  S/cm a 25 °C) das águas subterrâneas dos poços tubulares da área.

O pH reflete a concentração do hidrogênio na água ou solução, sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes, expressa em moles de íons de hidrogênio por litro de solução. Varia de 1 a 14, onde valores inferiores a 7 são denominados de ácido e os valores superiores a 7 são denominados de básico ou alcalino, e neutro o valor 7. Na escala de valor do pH, a mudança de uma unidade para outra varia de 10 vezes a concentração do íon hidrogênio.

Dentro do universo de 84 medidas de pH, os valores oscilam entre 5,0 a 8,4 onde 39 (46,4%) apresentam um caráter ácido, 28 (33,3%) neutro e os 17 (20,3%) restantes refletem o caráter básico (Figura 5.5). O valor médio é de 6,8 com tendência a um caráter levemente ácido, porém ainda aceitável pelos padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde - OMS (6,8 a 8,6).

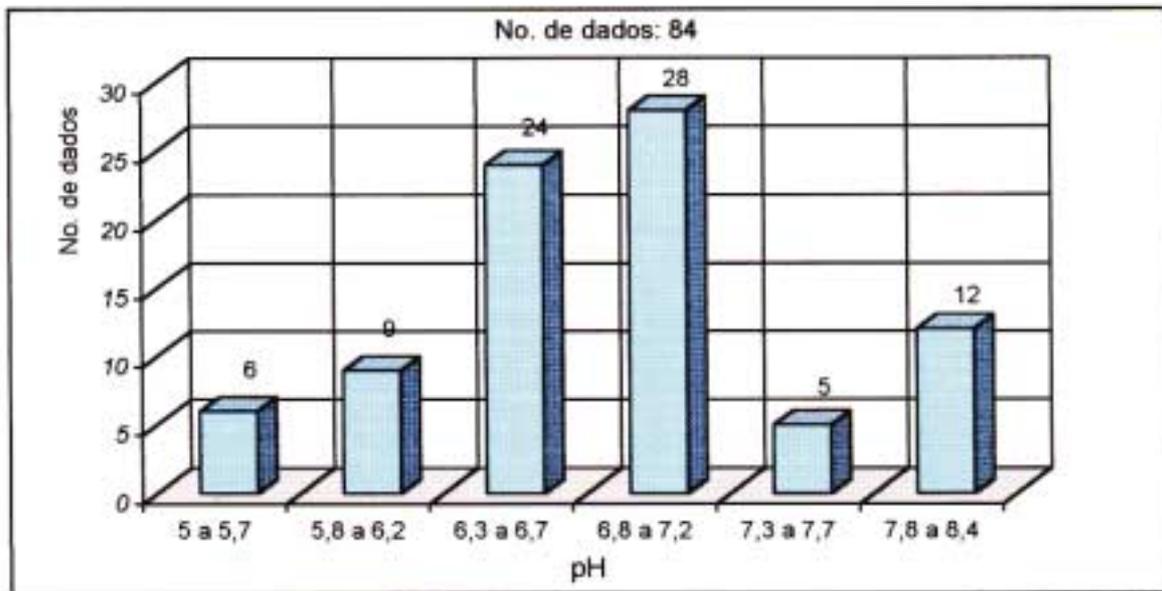


Figura 5.5 – Distribuição dos valores de pH das águas subterrâneas dos poços tubulares da área

### 5.6.3 Classificação iônica

Para a classificação iônica das águas utilizou-se do diagrama de Piper, onde foram identificadas as diferentes classes e tipos predominantes de águas existentes nos aquíferos da região, sendo observada a seguinte relação iônica entre ânions e cátions:  $rHCO_3^- > rCl^- > rSO_4^{++}$  e  $rMg^{++} > rCa^{++} > rNa^+$ . Foram consideradas 35 análises, agrupadas por município, como mostra a Figura 5.6.

Nesse contexto existe uma predominância da classe bicarbonatada, seguida da cloretada e mista. (Tabela 5.VI). A presença maior do íon bicarbonato sobre os outros ânions é característica de águas continentais e aquíferos sedimentares, e também em função dos litotipos locais, pois na região concentra-se diversas minas de calcário.

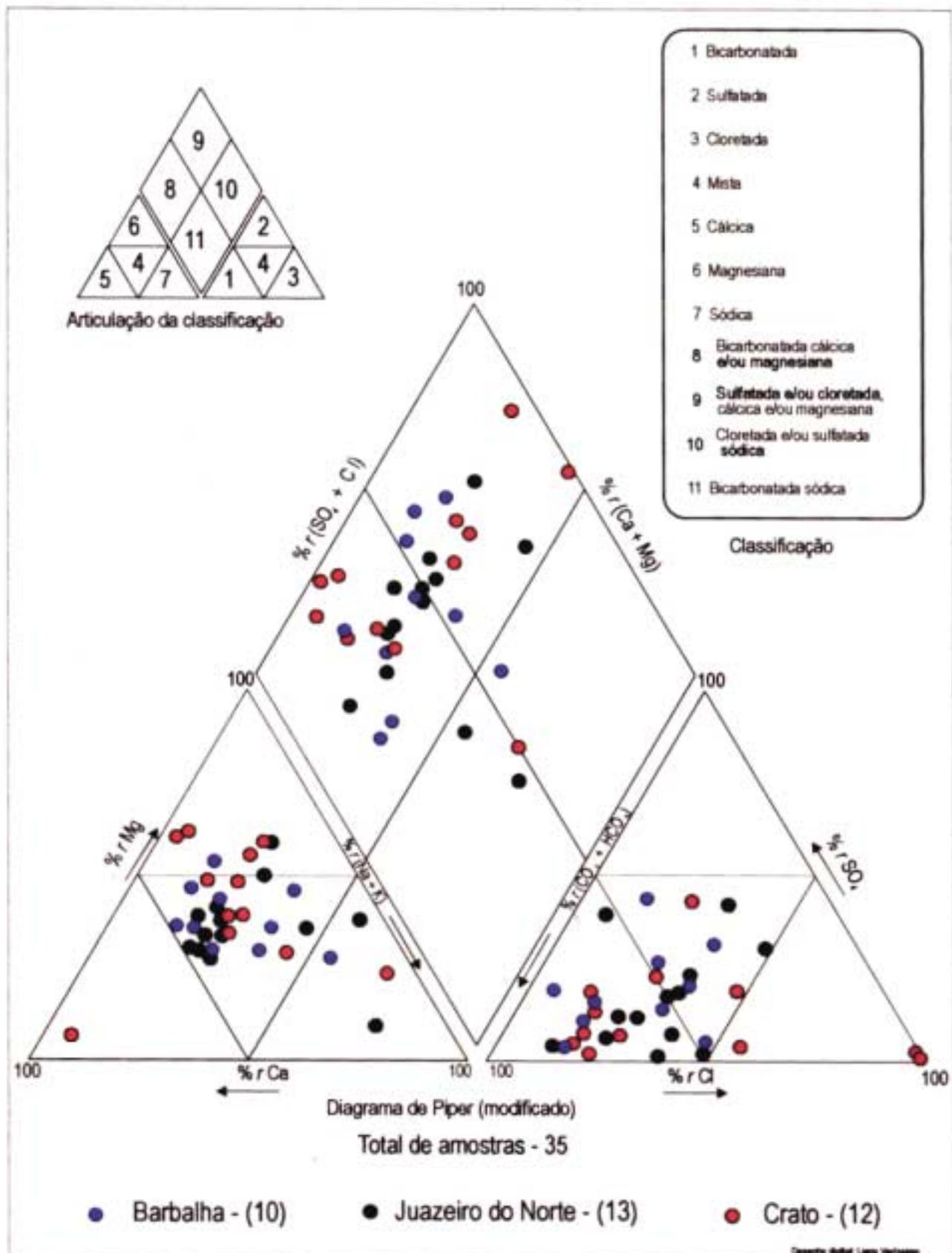


Figura 5.6 - Facies químicas das águas subterrâneas da área de estudo

Tabela 5.VI - Classificação iônica por município das águas subterrâneas de poços tubulares na área de estudo. Os n<sup>os</sup> são referentes aos poços da Tabela 5.V

Classe	Município			No. de Amostras	Frequência Relativa (%)
	Barbalha	Crato	Juazeiro do Norte		
<b>Águas bicarbonatadas</b>				24	68,5
Sódica	26, 59, 91	248	370, 418	6	(25)
Magnesiana	4, 55, 105	267, 268, 272, 280	317, 451, 548	10	(41,5)
Cálcica	5, 14	190, 284	346, 357, 365, 397	8	(33,5)
<b>Águas cloretadas</b>				4	11,5
Sódica	-	-	368	1	(25)
Magnesiana	-	242, 275, 269	-	3	(75)
<b>Águas mistas</b>				7	20,0
Magnesiana	115	262	458	3	(43)
Cálcica	15	276	353, 359	4	(57)
<b>Total de amostras</b>	10	12	13	35	100

Foram consideradas águas bicarbonatadas aquelas com as concentrações de  $\text{HCO}_3^-$  iguais ou superiores a 50% do total, dos ânions representando 68,5% das amostras analisadas. Nesta classe predomina o tipo magnesiana, seguida pela cálcica. Existe uma concentração maior dessa classe nos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha. Os valores médios dos STD e pH são de 141 mg/L e 7,2 respectivamente. Quanto à dureza, 62% são classificadas como "branda" a "pouco\_dura".

As águas cloretadas foram consideradas aquelas cuja predominância igual ou superior a 50% do ânion cloreto sobre os demais, apresentada por 11,5% das amostras analisadas, revelando um caráter pobre em cloretos e sulfatos. Neste tipo existe predominância do tipo magnesiana detendo maior representatividade.

Foram consideradas águas mistas, aquelas situadas na parte central dos diagramas triangulares, por não apresentarem concentração superior de um ânion qualquer sobre os demais. Elas constituem 20% das amostras analisadas, com representatividade maior para a do tipo cálcica (57%). O teor médio do STD é 197 mg/L e do pH é 6,5 - pouco ácido. Os valores de dureza revelam que 66% são classificadas como "branda" a "pouco dura". Existe uma concentração maior dessa classe nos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha.

No cadastro realizado por MONT'AVERNE *et al* (*op. cit.*), foram realizadas análises físico-químicas em águas de 16 fontes, dentre elas três (3) em Barbalha e quatro (4) no Crato, apresentando valor médio de STD e pH em 25,6 mg/L e 6,1 respectivamente, denotando águas pouco mineralizadas.

#### 5.6.4 Qualidade e uso das águas subterrâneas

A qualidade de uma água fica definida por sua composição e o conhecimento dos efeitos que cada um dos elementos pode causar no metabolismo humano ou animal e meio ambiente, permitindo estabelecer as possibilidades de sua utilização e uma classificação de acordo com padrões e/ou normas técnicas, bem como direcionar usos, tais como para consumo humano, agrícola, indústria, animal, etc.

##### 5.6.4.1 Consumo humano

A água potável é aquela que pode ser consumida pelo homem e que não venha prejudicar sua saúde, sendo de boa qualidade e sabor agradável. Essas características são determinadas através de análises físico-químicas e bacteriológicas.

Segundo CUSTODIO & LLAMAS (*op. cit.*), a Organização Mundial de Saúde (OMS) adota o critério de dividir em quatro grupos as características a considerar que afetam a potabilidade de água, sendo eles:

- a) Químicas e físicas
  - a.1) Substâncias químicas que afetam a potabilidade da água
  - a.2) Substâncias químicas que podem afetar a saúde do homem
  - a.3) Substâncias tóxicas
- b) Bacteriológicas
- c) Biológicas
- d) Radioativas

A interpretação dos resultados das análises indica que 100% (35) delas possuem boa potabilidade, situando-se dentro dos padrões adotados pelo Ministério da Saúde no Brasil e pela Organização Mundial de Saúde - OMS. As análises dos poços foram agrupadas em um só diagrama, onde se pode observar a área de concentração das amostras para cada município e o valor da mediana (Figura 5.7).

A presença de ferro (Fe) nas águas dos poços P - 55 e P - 357, localizados no município de Barbalha e Juazeiro do Norte, é significativa, com valores de 1,87 e 1,47 mg/L respectivamente, quando o valor máximo permissível pela (OMS) é de 0,3 mg/L. O ferro contido na água causa mancha nas roupas, incrustações nas tubulações, nos filtros dos poços e no sistema de bombeamento. A origem deste elemento pode estar vinculada à mineração, nível laterítico ou à disposição do vinhoto (vinhaça) da cana-de-açúcar, prática comum na região.

Foi constatado um elevado teor de manganês (Mn) nos poços P - 5 (Barbalha) e P - 357 (Juazeiro do Norte), com valores de 2,54 e 0,58 mg/L respectivamente, acima do valor máximo permissível pela (OMS) que é de 0,1 mg/L. Sua presença na água produz manchas pretas ou marrons nas roupas e pode causar sérios problemas ao sistema de bombeamento. Não existem indícios deste elemento a nível regional e, este fato pode estar correlacionado a alguma ocorrência mineral que tenha este elemento em sua composição, ou associada à irrigação da cana-de-açúcar.

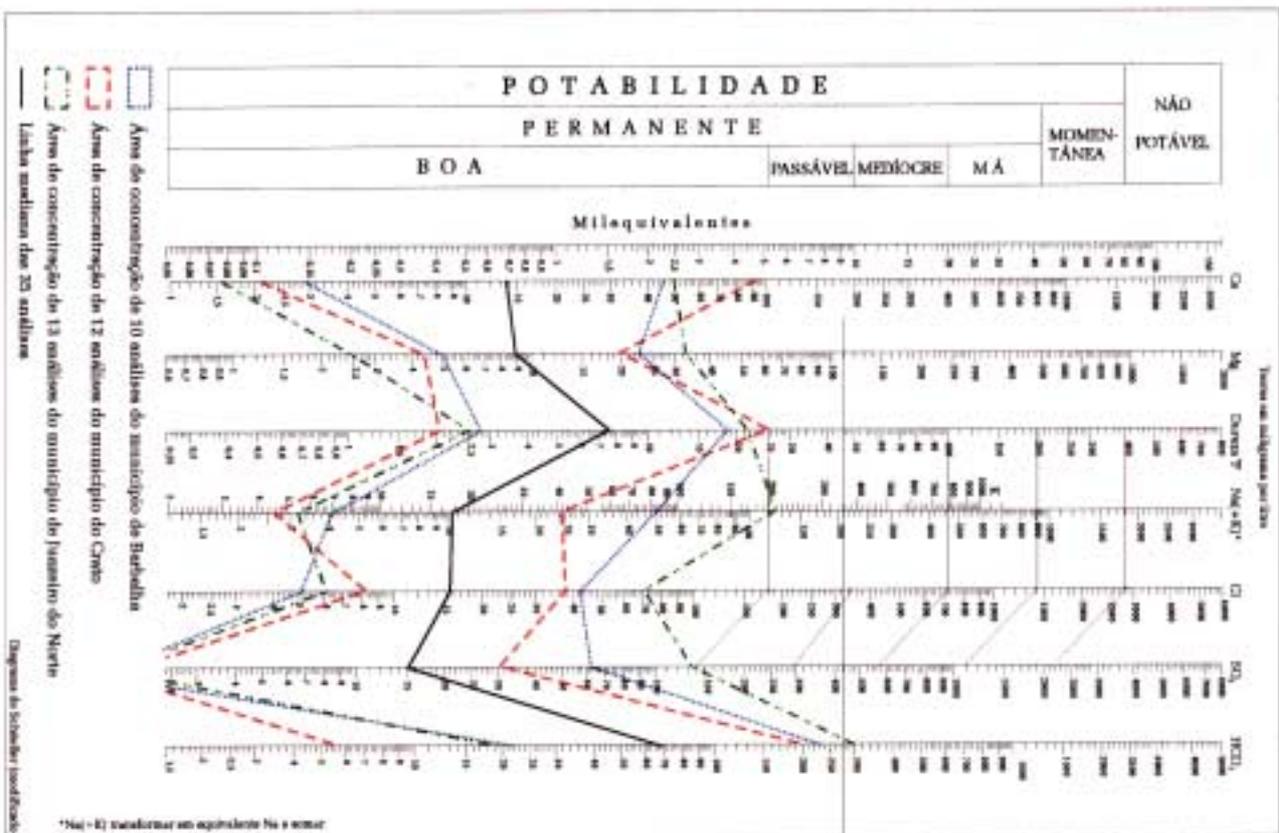


Figura 5.7 - Potabilidade das águas subterrâneas da área de estudo

A água de boa qualidade não deve ter nenhuma concentração de coliformes fecais, pois a sua presença constitui uma indicação de poluição decorrente da ausência de saneamento básico, podendo causar diversas doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, disenterias amebianas e cólera, dentre outras.

Os critérios para identificação da presença de bactérias na água são baseados na determinação de organismos que podem afetar a saúde do homem ou que, por sua presença, pode identificar a presença de outros.

Objetivando a avaliação da potabilidade a nível bacteriológico, das águas na área, foram efetuadas dez (10) análises bacteriológicas, cujos os resultados indicaram a presença de bactérias do tipo *Escherichia coli* e *Klebsiella Sp.* (Tabela 5.VII)

Tabela 5.VII – Análises bacteriológica das águas subterrâneas dos poços tubulares, situados na área de estudo

Município	Nº de análises	Nº da amostra (poço)	Tipo de bactérias	Concentração (NMP/100 mL)
Crato	1	280	E. C.	2.419.0
	1	269	Kleb.	6,3
Juazeiro do Norte	1	357	-	negativo
	1	509	E. C.	15,8
	4	346. 370. 387.	Kleb.	8,5 a 435,2
		451		
Barbalha	2	4. 105	Kleb.	8,6 a 38,2
Total	10			

Obs.: E.C. = *Escherichia coli* Kleb. = *Klebsiella Sp.* Data da coleta: Jan/99

RIBEIRO & VERÍSSIMO (1996) verificaram a presença de bactérias do tipo *Escherichia coli*, com concentrações de N.M.P. entre 93 a 2.400/100mL, nas águas de poços tubulares da sede do município de Barbalha.

#### 5.6.4.2 Indústria

A utilização da água na indústria pode ser de três maneiras: como matéria-prima, para refrigeração e lavagem, tendo cada uma suas próprias especificações e critérios. Os parâmetros principais que devem ser observados

constam no Quadro 5.III, sendo o ataque químico (corrosão/incrustação) o que mais prejudica as indústrias.

Quadro 5.III – Critérios de qualidade da água para indústrias – valores limites

Tipo de Indústria	Dureza	Alcalinidade	STD	NO <sub>3</sub>	Ca	Fe	Mn	Cl	SO <sub>4</sub>	pH
	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )		(mg/L)							
Curtume	50	135	-	-	-	0,2	0,2	-	100	8
Têxtil	50	-	-	-	10	0,25	0,25	100		
Cervejaria	50	75	1.000	10	200	0,1	0,1	100		7
Sucose refrigerantes	25	128	850	-	-	0,2	0,2	250	250	
Laticínios	180	-	< 500	30	-	0,3	0,1	30	60	
Ind. Açucareira	30 - 100	-	-	-	20	0,1				
Água de refrigeração	50	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-
Ind. de conservas	50 - 80	80 - 150	850	15	500	0,2	0,2			7,5
Ind. de Papel	100	200	200	-	-	0,1	0,05	75		

Fonte: MATHÉSS, 1982; DRISCOLL, 1986; SZIKSZAY, 1993 *apud* SANTOS, 1997

As propriedades corrosivas e incrustantes do CaCO<sub>3</sub> em uma água podem ser calculadas pela expressão (5), denominada de *Índice de Saturação de Langelier (I)*, definido por LANGELIER (*apud* LOGAN, 1965) como:

$$I = pH - pHs \quad (5)$$

onde:

$I$  = índice de saturação

$pH$  = pH real da mostra à 25 °C

$pHs$  = pH associado ao equilíbrio do carbonato.

Quando " $I > 0$ " a água é incrustante; se " $I = 0$ " a água é neutra e se " $I < 0$ " a água é agressiva (corrosiva). O Índice de Saturação de Langelier para as águas subterrâneas da área determinou que 96% das análises apresentaram

valores inferiores a zero ( $I < 0$ ), identificando um caráter predominantemente corrosivo, distribuídos por toda a parte central da área.

#### 5.6.4.3 Irrigação

A água de irrigação está sujeita a diferentes fenômenos, como evaporação, infiltração no solo, absorção pelas plantas e infiltração para a zona de saturação; além disso, é preciso considerar vários fatores, tais como a salinidade da água, tipo de solo, de cultura e do método de irrigação a ser utilizado. Uma irrigação mal distribuída diminui a produção agrícola, justificando assim, que não basta só ter água, mas também é necessário conhecer técnicas de irrigação.

A partir dos dados de condutividade elétrica da água a 25°C e do SAR (*Sodium Adsorption Ratio*) que é calculado pela expressão (6), foi elaborado a Tabela 5.VIII que serviu como base de informações na classificação do tipo de água para irrigação. Foi utilizado o modelo do *U.S. Salinity Laboratory Staff*, que consta de um gráfico semi-logarítmico, onde na abcissa localiza-se a condutividade elétrica da água a 25°C e, na ordenada, o SAR. (Figura 5.8).

$$\text{SAR} = \frac{r\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{1}{2}(r\text{Ca}^{++} + r\text{Mg}^{++})}} \quad r = \text{meq/L} \quad (6)$$

A partir dos dados da Figura 5.8 foi elaborada a Tabela 5.IX com a classificação das águas subterrâneas para irrigação quanto ao tipo e sua frequência. Em termos percentuais, 62,8% das amostras são do tipo  $C_1-S_1$ , com predominância no município de Juazeiro do Norte, identificando um baixo risco de salinidade, com valores do SAR entre 0,14 a 2,1; ou seja, enquadrando-se na faixa de baixo risco de sódio, podendo ser usada para irrigação em muitos tipos de lavouras e diferentes tipos de solos.

Tabela 5.VIII – Relação dos dados da Condutividade Elétrica e do SAR das águas subterrâneas

Nº. do Poço	Município	Localidade	Condutividade elétrica (25°C $\mu$ S/cm)	SAR
4	Barbalha	Hosp. St. Antônio	383	0,338
5		St. Barreiras	108	0,423
14		St. São Paulo	320	0,376
15		St. Tupinamba	466	0,524
26		EPACE	450	1,639
55		Bulandeira Parque	406	0,780
59		Buriti	163	0,837
91		Malvinas	350	2,136
105		St. Lagoa	94	0,338
115		P. Cícero	244	0,393
190	Crato	St. Romualdo	550	0,187
242		St. Baixio Verde	150	0,140
248		St. São Bento	170	2,042
262		Baixio Muquem	280	0,410
267		Coj. Mirandão 1	249	0,140
268		Est. Mirandão 2	270	0,105
269		Floresta Parque	202	0,538
272		Muriti	213	0,208
275		São Raimundo I	184	0,439
276		São Raimundo II	140	0,319
280	Vila Alta	259	0,449	
284	Serrabela Mineração	165	0,450	
317	Juazeiro do Norte	Faz. Angico	89	0,513
346		Horto	539	0,895
353		Lagoa Seca	170	0,431
357		Parque Ecológico	134	0,208
359		St. Macacos	220	0,433
365		Timbaúba	230	0,475
368		Fonte Pe. Cícero	195	0,407
370		Cajuina S. Geraldo	112	0,664
397		Esc. Técnica Federal	116	0,199
418		Aeroporto	630	5,466
451		Cemitério	202	0,357
458		St. Touro	200	0,497
548		St. Salgadinho	237	0,817



Os 37,2% restantes das amostras são do tipo  $C_2-S_1$ , enquadradas como de médio risco de salinidade e baixo risco de sódio, com valores do SAR entre 0,02 a 5,41. São águas que podem ser utilizadas para irrigação, em grande parte dos tipos de solos e em plantas com uma tolerância salina.

Tabela 5.IX - Classificação das águas subterrâneas para irrigação

Tipos	Município			No. de Amostras	Frequência Relativa (%)
	Barbalha	Crato	Juazeiro do Norte		
$C_1-S_1$	04	07	11	22	62.8
$C_2-S_1$	06	05	02	13	37.2
<b>Total</b>	10	12	13	35	100,0

#### 5.6.4.4 Consumo animal

O limite de potabilidade das águas subterrâneas para consumo animal é mais flexível do que o indicado para o uso do homem, e se baseia nos valores de resíduo seco. Esses limites variam, para diferentes tipos de animais, oscilando de 2.860 a 10.000 mg/L para aves e carneiros, respectivamente (Logan, 1965).

Os resultados indicaram que 100% das águas atendem perfeitamente aos padrões, não existindo restrições para o consumo animal.

## 6. FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO

A proteção dos recursos hídricos subterrâneos é colocada atualmente como uma das três preocupações meio ambientais prioritárias, externadas pelo *Council of Environmental Quality – CEQ/USA* (CAVALCANTE, 1998). Segundo CAICEDO (1996), os primeiros efeitos de poluição que o homem esteve exposto foi na pré-história, quando inalava os gases tóxicos provenientes dos vulcões e cavernas. Com o desenvolvimento da indústria nos séculos XIX e XX, aumentaram o número de substâncias químicas lançadas ao meio ambiente.

Como fontes potenciais de poluição são consideradas todas aquelas que, em função de suas características físico-químicas e de localização quanto as unidades hidro-estratigráficas, poderão vir a representar uma fonte comprovada, ou efetiva, de poluição para as águas subterrâneas.

### 6.1 Introdução

Grande parte das atividades desenvolvidas pelo homem geram resíduos que são geralmente depositados no solo, lançados nos rios, lagos ou no ar. A poluição das águas tem característica de atuar mais rapidamente que a poluição no ar, pois o número de poluentes lançados nas águas é bem maior que

os encontrados no ar. A poluição das águas subterrâneas está relacionada às atividades urbanas (má disposição de resíduos), atividades industriais (lançamento de efluentes) e atividades agrícolas (má utilização e uso indiscriminado de fertilizantes e pesticidas). CAICEDO (*op. cit.*) cita que as fontes mais poluentes das águas subterrâneas em ordem de grandeza são: tanques subterrâneos, fossas sépticas, atividades agrícolas e aterros sanitários. As atividades potencialmente poluentes das águas subterrâneas, tipos e principais contaminantes, são mostradas no Quadro 6.I.

Quadro 6.I - Principais atividades potencialmente poluentes das águas subterrâneas

Atividade	Tipo	Principal Contaminante
Urbana	Saneamento <i>in situ</i>	n f o
	Vazamento de esgotos	o f n
	Lagoas de oxidação	o f n
	Descarga de águas servidas em superfície	n s o f
	Descarga de águas servidas em rios	n f o
	Lixiviação de lixões/aterros sanitários	o s m
	Tanques de combustível	o
	Drenagem de estradas	s o
Industrial	Fugas tanques/tubulações	o m
	Derramamentos de produtos químicos	o m
	Lagoas de efluentes	o m s
	Lixiviado de resíduos sólidos	o m s
	Drenos de pátios	o m s
	Material em suspensão/gases	s o
Agrícola	a) Área de cultivo:	
	- com produtos agroquímicos	n o
	- com irrigação	n o s
	- com esterco, lodo, resíduos	n o s
	- com irrigação de águas residuais	n o s f
	b) Beneficiamento/ criação de animais:	
	- lagoas de efluentes	f o n
- lançamento em superfície	n s o f	
- canais e rios receptores de efluentes	o n f	
Extração Mineral	Desmorte hidráulico	s m
	Descarga de água de drenagem	m s
	Lagoas de decantação	m s
	Lixiviação de resíduos sólidos	s m

n: Nutrientes      o: Compostos orgânicos sintéticos e/ou carga orgânica

f: Patogênicos fecais      s: Salinidade      m: metais

Fonte: FOSTER & HIRATA, 1993 (modificado)

Na área de estudo foram definidas algumas atividades que podem vir alterar as qualidades das águas subterrâneas e superficiais, originadas pela ação, ou não, do homem.

## 6.2 Fontes pontuais

As fontes pontuais são aquelas originadas das atividades concentradas numa pequena superfície e de fácil identificação; como atividades industriais, de mineração, tanques de armazenamentos, pontos de disposição de resíduos, lagoas de estabilização, cemitérios, etc.

### 6.2.1 Atividade industrial

As atividades industriais podem poluir as águas subterrâneas através de águas usadas contendo produtos químicos, elementos radioativos, ou em acidentes que liberam produtos químicos. Elas apresentam grandes riscos ambientais para os mananciais de água.

Nem sempre são as maiores e mais sofisticadas indústrias que apresentam os mais altos riscos de contaminação das águas subterrâneas, por utilizarem processos eficientes no manuseio dos produtos perigosos. Por outro lado, as indústrias que possuem sistema de tratamento de efluentes e resíduos sólidos, não estão isentas de problemas de poluição das águas subterrâneas (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1997).

É possível estimar o volume de efluentes lançados por uma indústria, a partir da quantidade de água utilizada, através da medição do consumo de água. Entretanto, é mais difícil determinar a quantidade de efluentes que infiltram no subsolo (FOSTER & HIRATA, *op. cit.*).

Segundo dados da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (*in* ALVES, 1999), em 1996 existiam na microrregião de Cariri 1.102 estabelecimentos, sendo cerca de 69,8 % (769) dessas indústrias localizadas no

eixo CRAJUBAR e, quase metade (543), estão localizadas em Juazeiro do Norte, que representa o maior parque industrial da região.

Neste trabalho não foram cadastrados dados de produção das indústrias, embora tendo sido levantadas em etapa de campo e através de bibliografia, algumas atividades industriais como indústrias de vestuários, metalurgia, couro (curtume), alimentícia (laticínio, frigoríficos), mineração, sucro-alcooleira (açúcar, álcool, aguardente), química (óculos, ourivesaria), e têxtil.

As atividades que proporcionalmente apresentam índices mais elevados de risco de carga são associadas à indústria do couro (a maioria devido a ausência de tratamento do lodo), em seguida da química e metalurgia. As menos preocupantes são de açúcar, álcool e alimentos (INSTITUTO GEOLÓGICO, *op. cit.*).

#### 6.2.2 Atividade de mineração

O perfil da produção mineral é caracterizado por minérios não-metálicos de emprego direto na construção civil como calcário (cimento, cal), gipsita (gesso), calcário laminado (pedra Cariri), granito (rochas ornamentais), argila (cerâmica) e água mineral, onde esses produtos não apresentam grande carga poluidora. Existem cerca de 29 processos de atividade mineral junto ao DNPM, nos três municípios (ver item 3.1.3).

#### 6.2.3 Postos de serviços (tanques subterrâneos)

O problema de poluição das águas subterrâneas a partir dos postos de abastecimento vem sendo discutido há mais vinte anos pelos países do primeiro mundo. OLIVEIRA, 1992 (*apud* CAVALCANTE, 1998) afirma que as experiências em diferentes países têm mostrado que os tanques subterrâneos, sem proteção catódica, e que armazenam hidrocarbonetos, apresentam

vazamentos aos 20 anos de vida útil, em média, e que nos Estados Unidos existem entre 3 e 5 milhões de tanques, dentre os quais mais de 375.000 com vazamentos.

Segundo dados da ANP (julho/99), existe no Brasil 25.970 postos de abastecimento e, no estado do Ceará, são 628 postos cadastrados. Nos três municípios que compõem a área do trabalho, até janeiro/99, existiam 31 postos de serviços, com armazenamento de 2.104.000 litros de combustível (Tabela 6.I). Observa-se que existe uma predominância de óleo diesel com 46,4%, seguido da gasolina (31,7%) e o álcool (21,8%) (Figura 6.1). Os postos que possuem tanques com mais de 20 anos de uso representam 38,7%. A presença de postos de combustíveis, principalmente nos centros urbanos, situados sobre os terrenos sedimentares que compõem a área, é um risco potencial de poluição/contaminação para as águas subterrâneas.

Tabela 6.I – Relação dos postos de serviço distribuídos nos três municípios

Município	Distribuidora	Nº de Postos	Volume armazenado (1.000 L)			Total (1.000 L)	Postos com mais de 20 anos
			Gasolina	Álcool	Diesel		
Crato	Sem Bandeira	1	-	-	30	30	5 (41,6%)
	ESSO	1	25	25	25	75	
	PETROBRÁS	7	105	105	180	390	
	TEXACO	3	75	45	75	195	
Subtotal		12	205	175	310	690	
Juazeiro do Norte	Sem Bandeira	2	-	-	60	60	1 (7,1%)
	ESSO	1	30	30	30	90	
	IPIRANGA	2	60	30	120	210	
	PETROBRÁS	4	75	75	82	232	
	TEXACO	5	165	75	165	405	
Subtotal		14	330	210	397	937	
Barbalha	IPIRANGA	1	45	15	15	75	6 (19,3%)
	PETROBRÁS	2	45	30	60	135	
	TEXACO	2	42	30	135	207	
Subtotal		4	132	75	210	417	
Total		31	667	460	977	2.104	

Fonte: Sindicato dos derivados de petróleo do estado do Ceará – Jan./99

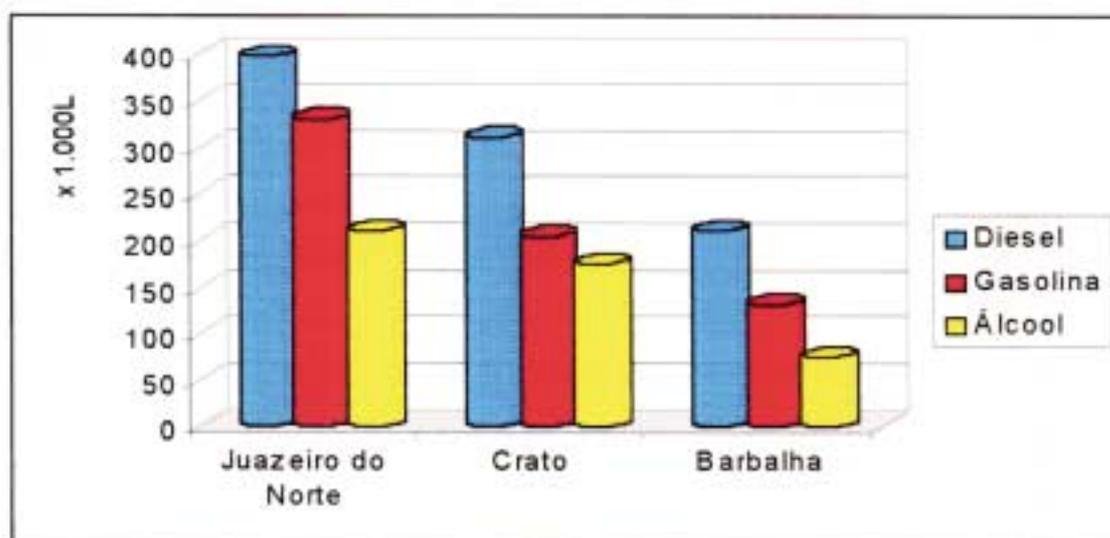


Figura 6.1 - Distribuição do volume armazenado por tipo de combustível nos municípios da área de estudo

#### 6.2.4 Lixões

A disposição dos resíduos sólidos gerados pela atividade antrópica e industrial (lixo), tanto pode gerar fonte de energia quanto substâncias prejudiciais à saúde e poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. O lixo é formado de uma massa heterogênea, variando em função da comunidade que o produz. Os tipos são: doméstico, comercial, industrial, público, hospitalar e radioativo. O principal poluidor das águas subterrâneas produzido pelo lixo é o chorume.

No Brasil são produzidos, aproximadamente, 242.000 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, sendo que 75% deste ficam dispostos a céu aberto. A Região Metropolitana de Fortaleza, constituída de nove municípios, chega a produzir diariamente, em média, 3.000 toneladas(CAVALCANTE, *op. cit.*).

Nos municípios que compõem a área de estudo, a disposição dos resíduos sólidos ocorre em terrenos baldios e em áreas marginais das sedes municipais. Foram identificadas e localizadas as disposições dos resíduos sólidos urbano dos três municípios. As informações sobre o tipo de disposição,

bem como sua produção aproximada, considerando-se o valor de 0,5kg/habitante/dia, são mostradas na Tabela 6.II. A relação por município entre população urbana e produção de resíduos sólidos/dia pode ser observada na Figura 6.2.

É de extrema importância, quando da implantação de aterros sanitários ou lixões, levar-se em consideração as características do solo, da topografia do terreno, do clima e da hidrogeologia local

Tabela 6.II – Tipo de disposição e produção dos resíduos sólidos por município

Município	Tipo de disposição	Situação		População Urbana	Resíduos sólidos	
		em uso	Desativado		(t/dia)	(t/ano)
Barbalha	Lixão	1	-	26.917 <sup>(1)</sup>	13,46	4.845
Crato	Lixão	1	-	95.521 <sup>(2)</sup>	47,76	17.193
Juazeiro do Norte	Lixão	1	2	191.479 <sup>(1)</sup>	95,74	34.466
<b>Total</b>		3	2	313.917	156,96	56.504

Fonte: <sup>(1)</sup> CAGECE, 1995 <sup>(2)</sup> SAAEC, 1996 1 = tonelada

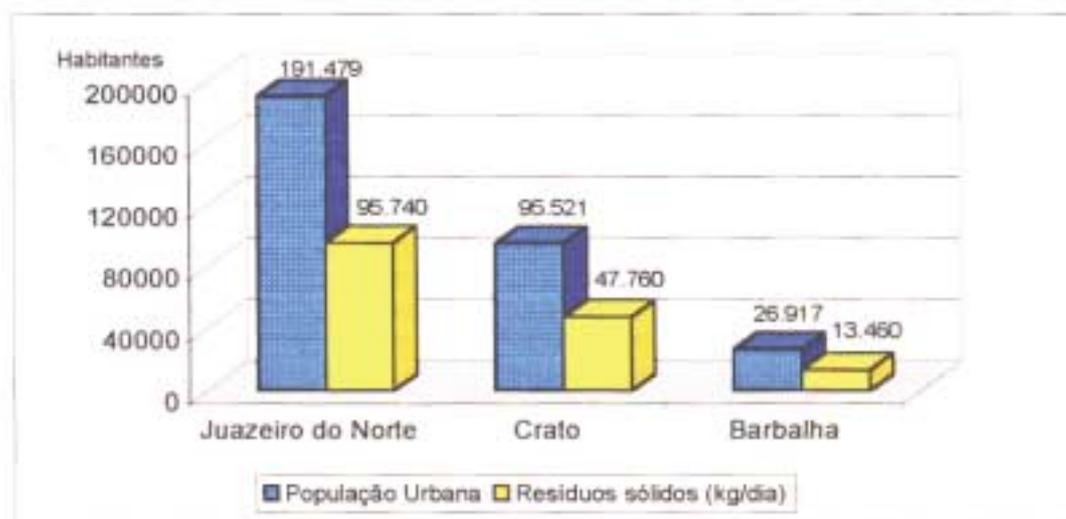


Figura 6.2 - Relação entre população urbana e produção de resíduos sólidos por dia nos três municípios

### 6.2.5 Lagoas de estabilização

As lagoas de estabilização são reservatórios superficiais que servem para receber e armazenar temporariamente os resíduos sólidos e líquidos constituídos de esgotos domésticos e industriais. Os resíduos químicos são tratados e lançados nos rios ou deixados para infiltração no solo ou evaporação na atmosfera. Seu período de permanência do líquido varia entre 1 a 100 dias, dependendo da função.

A maioria dos lagos tem uma base constituída de materiais naturais, impermeabilizados, entretanto, essas condições permitem infiltração equivalente a 10–20 mm/d, sendo as lagoas as mais freqüentes causas de contaminação das águas subterrâneas ( MILLER & SCALF, 1974 *apud* FOSTER & HIRATA, 1993).

Na área de trabalho existem duas lagoas de estabilização, localizadas ao norte da cidade de Juazeiro do Norte, de onde suas águas efluentes são lançadas no rio Batateira (Foto 6.1).

### 6.2.6 Cemitérios

Estudos relativos aos impactos ambientais causados por cemitérios nas águas subterrâneas datam da década de 50, feitos por de MULDER, 1954 (*apud* PEQUENO MARINHO, 1998), sobre a contaminação por líquidos humorais das águas subterrâneas utilizadas para consumo humano, na cidade de Berlim.

CAVALCANTE (1998) cita que no Brasil esses estudos tiveram início na década de 80, quando pesquisadores do Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas – CEPAS/USP iniciaram um projeto versando sobre o assunto e, a partir daí, a pesquisa influenciou na elaboração de diretrizes básicas de localização de cemitérios e projetos de lei específicos.



Foto 6.1 - Lagoa de estabilização, localizada no município de Juazeiro do Norte - (Jan. 09)

O risco potencial de contaminação das águas subterrâneas por microorganismos, que proliferam durante a decomposição dos corpos, e elementos químicos diversos, constitui-se em um dos impactos ambientais (PACHECO *et al*, 1992). No geral, a localização dos cemitérios nem sempre obedece projetos fundamentados em estudos geológicos e hidrogeológicos (PACHECO *et al*, 1988).

Os organismos mais susceptíveis a transmitir doenças via meio hídrico são *Clostridium* (tétano, gangrena gasosa, toxi-infecção alimentar), *Mycobacterium* (tuberculose), as enterobactérias *Salmonella typhi* (febre tifóide), *Salmonella paratyphi* (febre paratifóide), *Shigella* (disenteria bacilar) e o vírus da hepatite A (CAVALCANTE *op. cit.*, *apud* PACHECO *et al*, *op. cit.*).

Nos três municípios que compõem a área de estudo, existem 5 cemitérios, onde o principal problema está associado a localização. Situam-se sobre a unidade hidro-estratigráfica que engloba formações como Rio da Batateira, com elevada permeabilidade e grande potencialidade hídrica subterrânea (arenitos grosseiros a médios).

A exploração de água subterrânea por poços tubulares e cacimbas nas áreas adjacentes aos cemitérios é efetiva. Os resultados da análise físico-química do Poço P – 451, localizado no interior do Cemitério Parque das Flores na cidade de Juazeiro do Norte, apresentaram-se dentro dos padrões de potabilidade, entretanto foi identificada a presença de produtos nitrogenados, com valor elevado de nitrito (N-NO<sub>2</sub>) de 0,13 mg/L, cerca de quatro vezes maior que o Valor Máximo Permissível (0,03 mg/L). A análise bacteriológica identificou a presença de bactérias do tipo *Klebsiella Sp* (N.M.P. – 453,2/100mL) agente causador de pneumonia.

#### 6.2.7 Construção de poços tubulares

Um poço tubular é uma obra de engenharia hidrogeológica, requerendo para sua construção um projeto técnico, baseado no conhecimento

hidrogeológico local, para fundamentar a correta locação, perfuração, completção, desenvolvimento e teste de bombeamento (CAVALCANTE, 1998).

A interligação da zona superficial com zonas mais profundas, através dos poços, pode constituir-se em um meio direto de poluição das águas subterrâneas, a exemplo da região do Cariri, onde estão localizados os melhores aquíferos do estado. Um erro na construção dos poços colocará as águas subterrâneas sob o risco de poluição. Normalmente os poços mal construídos não são vistoriados e os poços abandonados não são tamponados (protegidos).

O perfil construtivo/litológico do poço P - 276, construído para a SAAEC (Figura 5.2), demonstra que a aplicação do conhecimento técnico na construção de um poço tubular é fundamental para obter-se resultados compatíveis ao contexto, onde a vazão de 150 m<sup>3</sup>/h e uma capacidade específica de 8,503 [(m<sup>3</sup>/h)/m], são ambas bem acima dos intervalos mais freqüentes observados na Figura 5.1.

A locação do poço deve ser feita com critérios, evitando as proximidades de rios ou riachos poluídos por esgotos domésticos, industriais, fossas e lixões, e ter conhecimento da qualidade da água de poços próximos ao local. Como exemplo, no município do Crato, o poço P - 269, utilizado para abastecimento público, de responsabilidade da Prefeitura, está situado às margens de um córrego alimentado por esgotos domésticos, lançados à margem do mesmo (Foto 6.2). Os resultados da análise físico-química da água deste poço, mostram valores dentro dos padrões de potabilidade, porém a análise bacteriológica confirmou a presença de bactérias do tipo *Klebsiella Sp* (6,3 NMP/100 mL). Este fato pode estar relacionado a um contato direto da zona superficial poluída com o aquífero através do poço.

A perfuração de poços deve estar associada ao conhecimento da geologia local, com o conhecimento da profundidade do poço e níveis já poluídos, se for o caso, evitando-se assim, maiores custos ao final do projeto.

A colocação dos filtros e revestimentos deve ser realizada de acordo com o projeto técnico, baseando-se no conhecimento do perfil litológico local. Na sua conclusão, é importante a proteção nos primeiros metros de profundidade através da cimentação, atividade pouco praticada pelas companhias



[Jan./99]

Foto 6.2 - Poço P - 269 no Parque de Exposição do Crato, situado às margens de um córrego poluído por esgoto doméstico

de perfuração. Através do poço, o contato da zona superficial, ou níveis de zonas armazenadoras de água indesejáveis, com o aquífero, torna-se um meio direto de poluição das águas subterrâneas.

O desenvolvimento consiste na limpeza do poço, onde cuidados devem ser tomados com relação a existência de substâncias poluentes, quando em contato com o aquífero.

Os testes de bombeamento são utilizados para determinação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero. Através do teste de bombeamento temos conhecimento da vazão do poço onde, a partir daí, pode-se dimensionar o tipo de bomba e a melhor vazão útil para o seu fim. A super exploração de um poço poderá ocasionar rebaixamento em outros poços próximos e, ainda, aumentar o custo final da atividade a que se destina.

### **6.3 Fontes difusas**

As fontes difusas são aquelas dispersas numa grande área, de difícil localização e controle, como ausência de saneamento, águas superficiais poluídas e atividades agrícolas.

#### **6.3.1 Saneamento básico**

A expansão populacional desordenada e com a ausência de uma rede de coleta de esgoto, leva a população a utilizar-se de fossas sépticas ou lançar as águas servidas nos córregos, rios e lagoas. Isso constitui-se em importante fonte poluidora, representada por uma infiltração direta de bactérias e vírus para os aquíferos subjacentes. São várias as doenças que podem ser veiculadas pela água (cólera, hepatite, febre tifóide, diarreia, etc.), tanto pela ingestão como pelo contato na pele. O íon nitrato, indicador de poluição das águas de esgotos, produz doenças como a metahemoglobinemia (cianose infantil) e câncer. A água para consumo humano pode ter um valor de nitrato de, no máximo, 10 mg/L N-

NO<sub>3</sub> (45 mg/L NO<sub>3</sub>). Segundo MOTA (1999), a composição dos resíduos é variável, em função da concentração do esgoto que depende do volume de água distribuído por habitante, estimando-se as seguintes características:

Alcalinidade: (CaCO <sub>3</sub> ): > 100 mg/L	Cloretos: 75 mg/L
Sólido Totais Dissolvidos: 500 mg/L	DBO : 300 mg/L
Coliformes: 105 a 106 mL	Nitrogênio: 10 mg/L

Na sede dos municípios que compõem a área de estudo, a ausência de rede de esgoto é quase total, onde a existência de “*elevadas*” nas ruas centrais é uma realidade. Apenas o município de Juazeiro do Norte possui serviços de rede de esgoto, com 20.796 ligações, de acordo com dados de maio/99 fornecidos pela CAGECE. Análises bacteriológicas realizadas em alguns poços localizados na sede dos três municípios, acusaram a presença de bactérias do tipo *Escherichia coli* e *Klebsiella Sp*, demonstrando a existência desse tipo de poluição.

É possível avaliar o nível de carga poluidora com base na população do município e naquela atendida com saneamento básico. Com o número da população não atendida com saneamento básico, calcula-se a geração anual da carga de N-NO<sub>3</sub> liberada, considerando-se 4 kg N-NO<sub>3</sub>/hab/ano (FOSTER & HIRATA, 1988). Foram utilizados três níveis para a classificação dos índices de carga potenciais poluidoras:

- *reduzido* - para valores menores que 20.000 kg N-NO<sub>3</sub>/hab/ano;
- *moderado* – para valores entre 20.000 e 50.000 kg N-NO<sub>3</sub>/hab/ano;
- *elevado* – para valores maiores que 50.000 kg N-NO<sub>3</sub>/hab/ano.

A Tabela 6.III apresenta os dados sobre o sistema de saneamento básico nos três municípios que integram a área de estudo, quanto ao nível de carga poluidora para as águas subterrâneas associado à poluição urbana.

Os municípios de Barbalha e Crato encontram-se numa situação muito preocupante, devido à alta geração de carga poluidora, proveniente da população, inserindo-se no índice “*elevado*”. Embora 43,5% da população da cidade de Juazeiro do Norte seja atendida por sistema de saneamento básico, ainda assim tem classificação de índice “*elevado*”, com mais da metade da população (56,5%) sem atendimento, produzindo uma carga de 433.180 N-NO<sub>3</sub> Kg/ano.

Tabela 6.III – Classificação da carga poluidora para as águas subterrâneas por município

Sede Municipal	População				Carga de N-NO <sub>3</sub> (kg/ano)	Classificação da Carga
	Urbana	Abastecida com água	Sem saneamento			
		(hab.)		(%)		
<b>Barbalha</b>	26.917	21.773 <sup>(1)</sup>	26.917	100	107.668	Elevado
<b>Crato</b>	95.521	94.360 <sup>(2)</sup>	95.521	100	382.084	Elevado
<b>Juazeiro do Norte</b>	191.479	191.479 <sup>(1)</sup>	108.295	56,5	433.180	Elevado

Fonte: (1) CAGECE. 1995 (2) SAAEC. 1996

### 6.3.2 Águas superficiais poluídas

Os cursos d'água superficiais como rios, riachos e canais são geralmente utilizados como ponto de descarga final de esgotos domésticos, efluentes industriais e lixos de diversas origens. Para um curso d'água ter a capacidade de depurar uma carga contaminante, é necessário ter um fluxo constante.

A região do Cariri tem seu abastecimento de água realizado por poços profundos e fontes. Os cursos d'água mais importantes na área são: rio da Batateira, riacho dos Macacos e rio Salamanca. O rio da Batateira que corta a cidade do Crato, é alimentado pelas fontes que nascem na chapada e recebem contribuições de efluentes das propriedades que localizam-se nas suas margens. A cidade de Juazeiro do Norte é margeada, na parte leste, pelo riacho dos Macacos e na parte oeste e norte, pelo rio da Batateira (riacho Salgadinho), que constituem-se no principal meio receptor de esgotos doméstico e industrial.

Os curtumes localizados na cidade de Juazeiro do Norte lançam seus efluentes no riacho Salgadinho que passa ao lado oeste da cidade, onde a jusante desse riacho, localiza-se um poço P - 346 da CAGECE, situado nas aluviões (Foto 6.3).

A cidade de Barbalha está situada as margens do rio Salamanca, onde, em suas aluviões, existe o plantio da cana-de-açúcar.



(Im. 79)

Foto 6.3 - Poço P - 346 localizado nas aluviões do riacho Salgadinho (Juazeiro do Norte), que recebe efluentes domésticos e dos curtumes situados a montante

### 6.3.3 Atividade agrícola

O crescimento demográfico levou a uma agricultura de caráter mais intensivo, obtendo-se em determinadas áreas, colheitas com o máximo de rendimento, sendo necessário devolver ao solo os nutrientes que lhe foram subtraídos pelas plantas (FELLENBERG, 1980).

Fertilizantes como nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P) são fortes nutrientes para o solo, utilizados na agricultura. O nitrogênio representa mais da metade de toda a composição usada, isto devido os fertilizantes minerais serem mais dispendiosos. O nitrogênio é utilizado na forma de nitrato (N-NO<sub>3</sub>), que é lixiviado por água subterrânea e pode atingir extensas áreas.

A atividade agrícola mais intensiva na região do Cariri é a cultura da cana-de-açúcar, que ocupa uma área aproximada de 5.000 ha, concentradas nos municípios de Barbalha e Missão Velha.

A Usina Manuel Costa Filho, localizada no município de Barbalha, quando em atividade, processava 2.500 toneladas de cana-de-açúcar por dia, consumindo 200 m<sup>3</sup>/h (SILVA, 1996). Segundo OITICICA *et al* (1977), para cada 1.000 kg de cana-de-açúcar processado, são produzidos 70 litros de álcool, 910 litros de vinhaça e 300 kg de bagaço. Então, quando em atividade, a usina gerava cerca de 2.275 m<sup>3</sup>/dia de vinhaça, que eram armazenados em grandes tanques e, posteriormente, lançados nos canaviais como adubo, por aspersão, sem um controle adequado. As 750 toneladas/dia de bagaço, eram consumidas pelas caldeiras como combustível, produzindo energia.

HASSUDA (1989) estudou os impactos da aplicação da vinhaça em uma pequena área, na cidade de Novo Horizonte (SP), constatando nas águas subterrâneas, altos valores de concentração para o Na, K, Ca e Mg, e valores de condutividade elétrica entre 80 e 1.400  $\mu$ S/cm.

Na atividade agrícola, também é necessário a proteção das plantas contra insetos, fungos e ervas daninhas, daí a utilização dos pesticidas. Há décadas é comum o uso indiscriminado dos pesticidas em lavouras, jardins e parques, podendo contaminar as águas subterrâneas, pela migração, através do solo, em direção ao aquífero. O maior, ou menor grau de contaminação, está

relacionado com o manuseio e a intensidade no uso dos produtos contaminantes. Os pesticidas são substâncias químicas empregadas no combate as pragas, e conforme seu uso biológico podem ser classificadas em inseticidas, formicidas, herbicidas e outros. Os inseticidas mais usados na agricultura, em ordem de magnitude de tempo de persistência nas águas são os componentes orgânicos DDT (*Dioclorodifenitricloroetano* – 4 anos), BHC (*Hexaclorido Bezeno* – 3 anos), *Aldrim* (2 a 3 anos) e *Paration* (1 ano). Estudos específicos quanto a contaminação dos aquíferos na região, pelo uso de pesticidas, não foram até o momento realizados.

## 7. **VULNERABILIDADE NATURAL E RISCO DOS SISTEMAS AQÜÍFEROS À POLUIÇÃO**

O termo vulnerabilidade natural está intrinsecamente ligado as características hidrogeológicas próprias de cada unidade litológica, que irão fornecer resistência a modificações quanto a ações antrópicas imprevistas, associadas à ocupação do meio físico e ao tipo de carga contaminante que possa vir afetar a unidade aquífera.

### 7.1 **Introdução**

O conceito de vulnerabilidade natural das formações aquíferas começou a ser aplicado desde a década de 60, embora seu uso não tenha tido grande propagação, até o princípio da década de 80. Em geral, entende-se que vulnerabilidade faz referência à qualidade da água e, particularmente, a incorporação de substâncias nocivas à saúde na água subterrânea, embora se deva considerar com a mesma importância a vulnerabilidade em relação à quantidade, a exemplo da perda de recursos perante uma estiagem ou a uma super-exploração (CUSTÓDIO, 1994 *apud* CAVALCANTE, 1997).

As diversas atividades do homem, tais como as práticas agrícola e industrial, modificam os mecanismos físicos naturais e, conseqüentemente, influenciam em todos os setores e, particularmente, os recursos hídricos subterrâneos, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

Nas últimas décadas diversos métodos têm sido propostos para a gestão da qualidade das águas, trabalhando com aspectos de vulnerabilidade natural e potencial de poluição. Segundo SCUDINO (1997) e CAVALCANTE (1998), as mais usuais são:

- SIA - "*Surface Impoundment Assessment*", metodologia geralmente aplicada para avaliação de sítios de represamento de líquidos existentes, de diversas naturezas e em formas de cavas, pequenos lagos e lagoas (LE GRAND, 1964);
- LSR - "*Landfill Site Rating*", aplicada na avaliação de sítios de aterros sanitários existentes (LE GRAND, 1964);
- "*Waste-Soil-Site Interaction Matrix*", método aplicado na avaliação de novos sítios de disposição de resíduos industriais, sólidos ou líquidos (PHILIPS *et al*, 1977);
- SRS - "*Site Ranking System*", aplicado na seleção ou avaliação de aterros de materiais e substâncias químicas de diversas naturezas (HAGERTY *et al*, 1973);
- HRS - "*Hazard Ranking System*", estabelece uma graduação (ranking) ponderada de magnitude de periculosidade, para sítios de depósitos de resíduos, visando ações mitigadoras (CALDWELL *et al*, 1981);
- SRM - "*Site Rating Methodology*", também aplicado através de uma graduação ponderada de periculosidade em sítios de depósitos de resíduos, objetivando ações mitigadoras (RAO *et al*, 1985);
- "*Pesticide Index*", procedimento análogo de graduação ponderada de magnitude de periculosidade dos pesticidas, baseada no seu respectivo potencial de poluição (RAO *et al*, 1985);

- “*DRASTIC*” (ALLER *et al*, 1987) - método de avaliação do potencial de poluição de uma determinada área, em função de sua caracterização hidrogeológica:
  - D : *depth to water* - profundidade do nível da água;
  - R : *recharge (net)* - recarga líquida, efetiva;
  - A : *aquifer media* - características do meio aquífero;
  - S : *soil media* - características do solo;
  - T : *topography (slope)* - gradiente topográfico;
  - I : *impact of the vadose zone* - impacto da zona vadosa;
  - C : *conductivity of the aquifer* - condutividade hidráulica do aquífero.
- Metodologia *IMPACT*, segundo CUSTÓDIO, 1992 (*apud* SCUDINO, 1997), utilizada para a avaliação do risco básico de contaminação, levando-se em conta as seguintes interações, com ponderações de importância relativa:
  - I : gradiente hidráulico “i”(desnível piezométrico e o sentido)
  - M : distância “m” horizontal, da fonte contaminante,
  - P : população exposta, seja humana ou animal,
  - A : aplicação - taxa e forma de aplicação (pulso, intermitente, contínua)
  - C : concentração do poluente
  - T : toxicidade do poluente.
- *GOD* (FOSTER, *et al* 1987; FOSTER & HIRATA, 1993), é mais simples e adaptado para áreas com poucos dados, onde se utiliza três parâmetros básicos:
  - G : (*Groundwater occurrence*) – condição do aquífero (livre, semi-confinado confinado ou não há aquífero)
  - O : (*Overall of lithology of aquiperm*) - caracterização global do aquífero quanto ao grau de consolidação e natureza litológica (da zona não saturada)
  - D : (*Depth*) - profundidade até o nível freático ou topo do aquífero confinado (zona não saturada).

## 7.2 Características da vulnerabilidade natural dos aquíferos

Para a avaliação da vulnerabilidade dos aquíferos da área, utilizou-se os critérios propostos por FOSTER (*et al op. cit.*) adaptados às condições da área de estudo, aplicando-se o sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade do aquífero, apresentado na Figura 7.1.

O tipo de ocorrência da água subterrânea na área apresenta aquíferos livres, com valores de índice entre 0,9 a 0,7.

Os litotipos considerados constituem-se de arenitos finos, médios, grosseiros e quartzosos, siltitos, argilitos, folhelhos, margas e calcários, com valores de índice entre 0,9 a 0,5.

A profundidade do nível da água ou espessura da zona não saturada, foi dividida em 4 classes: maior que 40 m (índice = 0,4), de 40 a 20 m (índice = 0,6), de 20 a 10 m (índice = 0,8) e menor que 10 m (índice = 1,0).

O cruzamento dessas três informações geraram a Tabela 7.I, onde estão os índices de vulnerabilidade de cada unidade geológica dos aquíferos estudados e os valores atribuídos a cada um dos fatores que compõem tal índices.

## 7.3 Classes de vulnerabilidade natural dos aquíferos

Considerando os índices mostrados na Tabela 7.I, para aquífero livre foram definidos três níveis (*Extremo, Alto, Médio*), com dois subníveis (*Baixo e Alto*) totalizando cinco classes, gerando o mapa de vulnerabilidade natural dos aquíferos (Figura 7.2). Este mapa define áreas mais susceptíveis a poluição por atividades do homem.

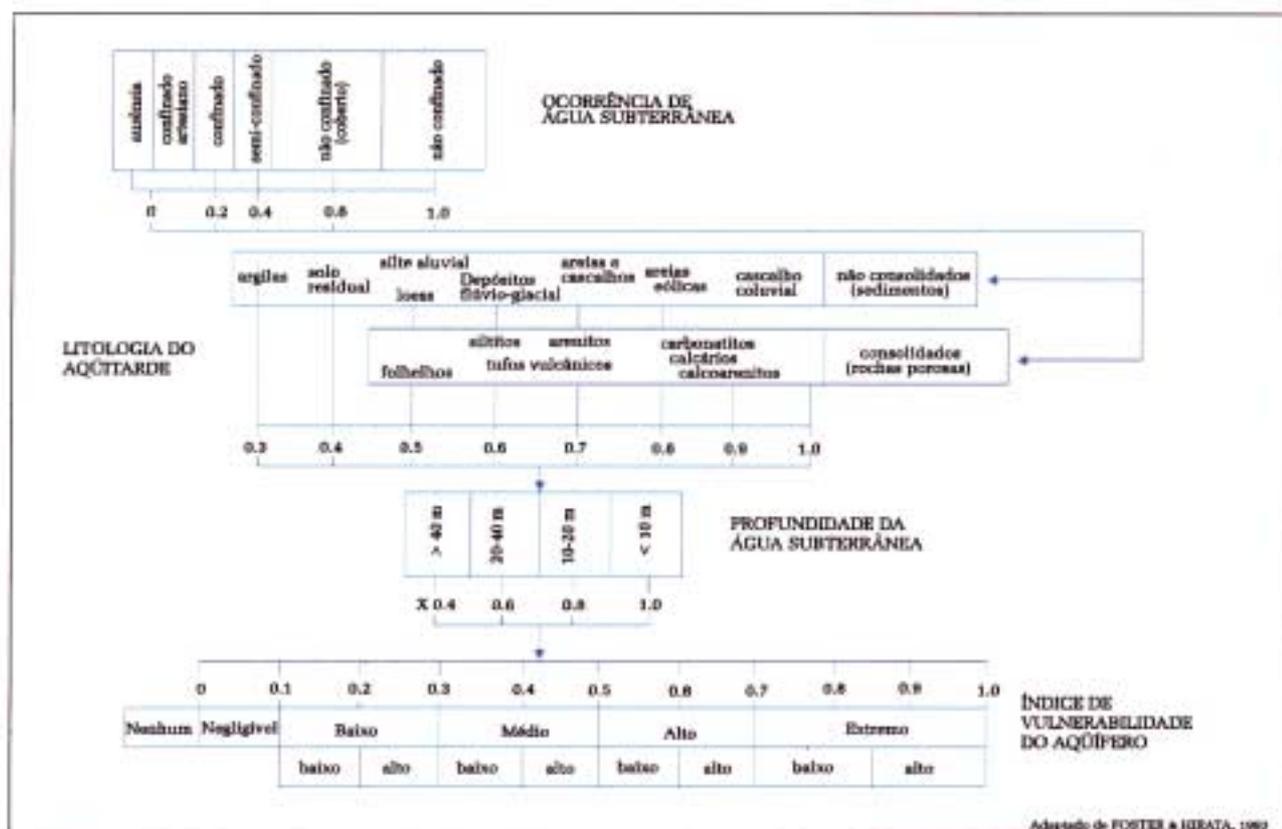


Figura 7.1 - Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural do aquífero

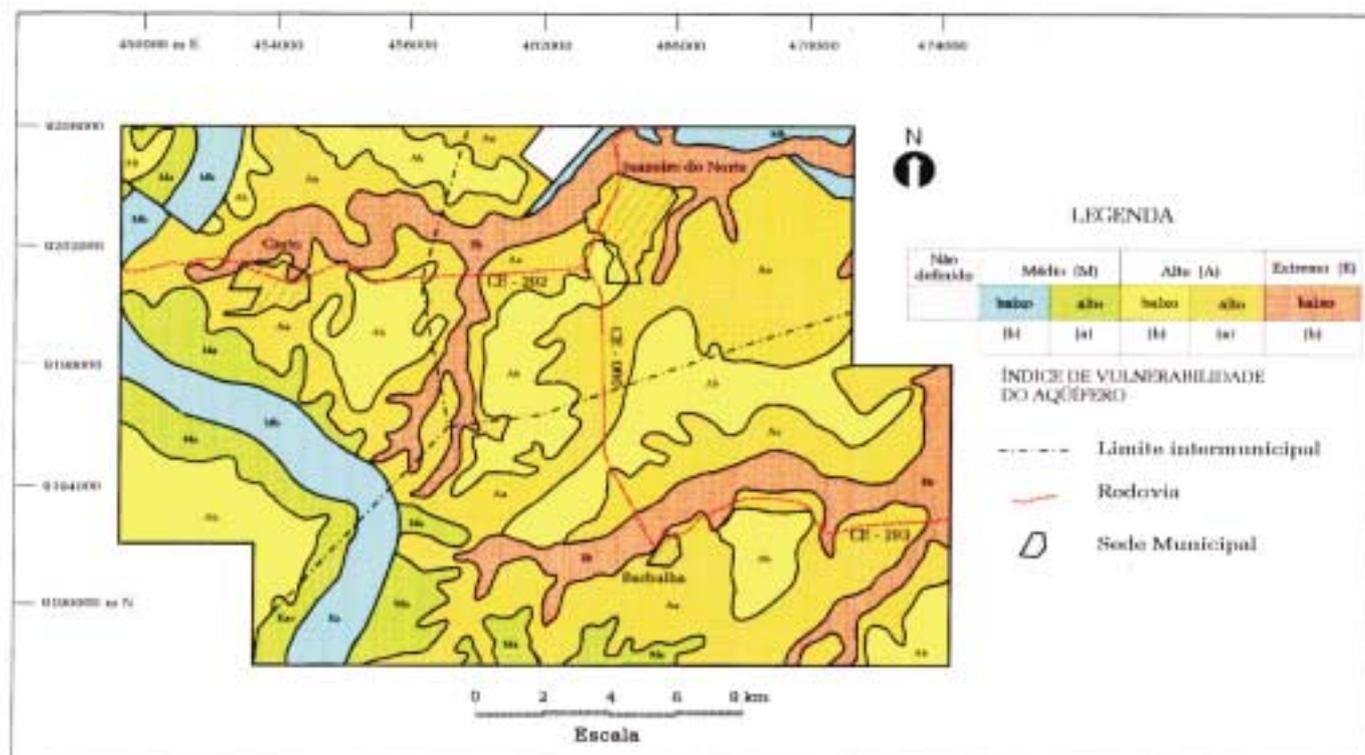


Figura 7.2 - Vulnerabilidade natural dos aquíferos da área de estudo

(a) *Médio-baixo*: corresponde a região onde afloram os sedimentos das formações Santana e Brejo Santo. A Formação Santana constitui-se de folhelhos, calcários, níveis de gipsita e margas. É considerada como uma zona de baixa vulnerabilidade devido às pequenas condições de permeabilidade e porosidade. Ocorre na parte sudoeste, bordejando toda a chapada do Araripe. A Formação Brejo Santo é constituída de folhelhos e siltitos, com intercalações de arenitos finos argilosos. Tem pequena área aflorante, ao norte da cidade de Juazeiro do Norte, sendo considerada como uma zona de média vulnerabilidade devido às condições de permeabilidade e porosidade;

(b) *Médio-alto*: corresponde a região onde afloram os sedimentos da Formação Arajara e depósitos de tálus. Ocorre na parte sudoeste, próximo ao topo e sopé da chapada do Araripe, onde a Arajara tem como litotipos arenitos finos argilosos, siltitos e argilitos, possuindo boas permeabilidade e porosidade. Possui espessura de 124 m, reduzindo o impacto de qualquer carga poluidora. Os depósitos de tálus são formados por sedimentos das formações Arajara e Santana;

(c) *Alto-baixo*: esta zona compreende as coberturas e a Formação Exu. Ocorrem por toda parte central da área e no topo da chapada do Araripe. As coberturas (lateritas, arenitos e argilitos) possuem permeabilidade e porosidade média, constituindo-se uma fonte alternativa, para exploração de água subterrânea, por ter nível estático raso. A Formação Exu é composta por uma seqüência de arenitos argilosos, caulínicos, apresentando, ainda, leitos de arenitos grosseiros a conglomeráticos. Situada no topo da chapada, representa a principal área de recarga indireta dos aquíferos da região e qualquer poluição que ocorra neste contexto terá, conseqüentemente, reflexos diretos nas fontes e nas águas subterrâneas do Cariri. Apesar de ser classificada como uma zona de alta vulnerabilidade, existe um pacote arenoso de

100 a 200 metros de espessura, reduzindo e/ou atenuando o impacto de qualquer elemento poluidor que porventura venha a existir;

(d) *Alto-alto*: esta zona compreende as formações Rio da Batateira e Mauriti. Aflorando por toda parte central da área. A Formação Rio da Batateira é constituída de arenitos médios a grosseiros, siltitos argilosos e uma camada de folhelhos, tendo a maior área de exposição e sendo considerado o principal aquífero da região. Possui boa permeabilidade e porosidade. A Formação Mauriti constitui-se de arenitos médios a grosseiros feldspáticos, aflorando numa pequena porção ao norte da área. Possui boa permeabilidade e porosidade, constituindo-se em um bom aquífero;

(e) *Extremo-baixo*: esta zona corresponde aos sedimentos aluvionares, com boa permeabilidade e porosidade. Por possuir nível estático raso, constitui-se como uma fonte alternativa fácil, para exploração de água subterrânea. Isso favorece a qualquer migração de um elemento poluente, tornando esta área de índice *Extremo-baixo*.

A área de afloramento do cristalino não foi mapeada quanto a sua vulnerabilidade, devido a sua heterogeneidade, embora possa ser enquadrada na classe *Baixo-baixo*.

A ocupação e uso do meio físico por inúmeras indústrias localizadas nas áreas de importantes aquíferos da região, deve ter o monitoramento de seus dejetos liberados a fim de que se tenha o controle das cargas potenciais poluidoras.

A Figura 7.3 constitui o mapa de carga potencial poluidora das águas subterrâneas da área de estudo. Localiza as atividades antrópicas que poderão gerar cargas contaminantes, a partir das atividades industriais, da disposição de resíduos sólidos domiciliares e mineração. Apresenta a falta de sistema de esgotamento sanitário por rede de coleta e níveis de carga potencial.

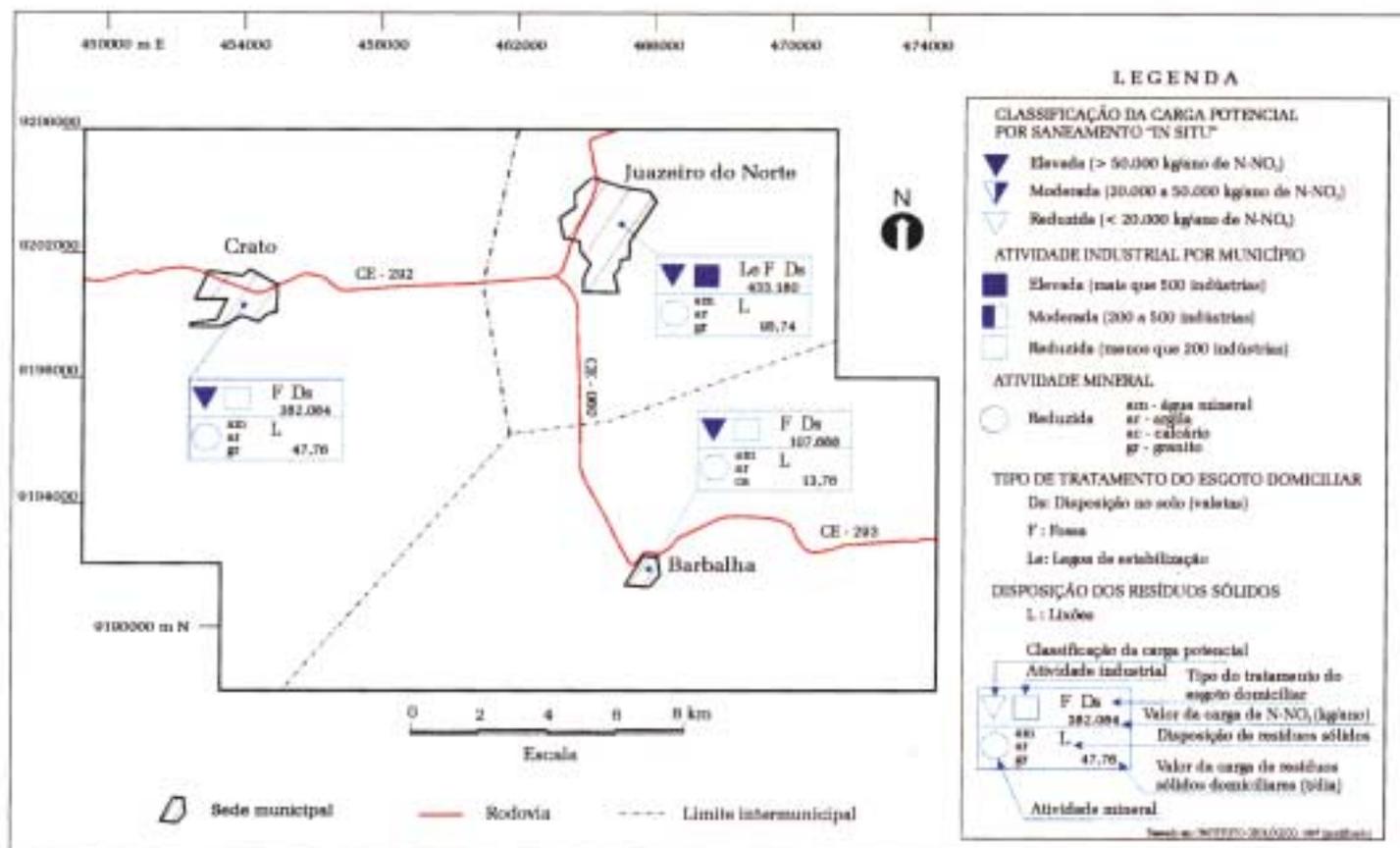


Figura 7.3 - Mapa de carga potencial poluidora das águas subterrâneas da área de estudo

## 7.4 Áreas críticas

A definição de áreas críticas é baseada na integração da vulnerabilidade natural do aquífero e o conceito da interação de carga potencial poluidora.

Foi classificada a vulnerabilidade natural dos aquíferos em três índices (*alto, médio e baixo*). Apesar de poucos dados, as cargas potenciais poluidoras associadas às atividades industriais, de mineração, disposição de resíduos domésticos e de saneamento *in situ*, foram divididas em três níveis de geração de carga poluidora (*elevado, moderado e reduzido*).

A identificação das áreas que apresentam maiores riscos ambientais, possibilitam definir prioridades nas ações de governo e até do setor privado nas questões ambientais que envolve as águas subterrâneas (Figura 7.4).

### 7.4.1 Disposição dos resíduos sólidos

A disposição dos resíduos sólidos ocorre em terrenos baldios e em áreas marginais das sedes municipais, constituindo os lixões. Foram localizadas cinco áreas de disposições de resíduos sólidos urbano, das quais duas estão desativadas. Dispostos a céu aberto, e sujeitos a precipitações que variam entre 900 a 1.000 mm/ano, constituem-se como de índice *baixo* a *moderado* quanto ao perigo potencial para as águas subterrâneas (FOSTER, 1993). Entretanto, a experiência tem mostrado que todos os lixões pesquisados provocam algum tipo de poluição das águas subterrâneas. (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1997).

Os municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha, localizam-se em área classificada com vulnerabilidade *Alto-baixo* e, o Crato em área classificada com vulnerabilidade *Alto-alto*. Isto implica numa maior susceptibilidade à poluição antrópica dos sistemas aquíferos na região do município do Crato.

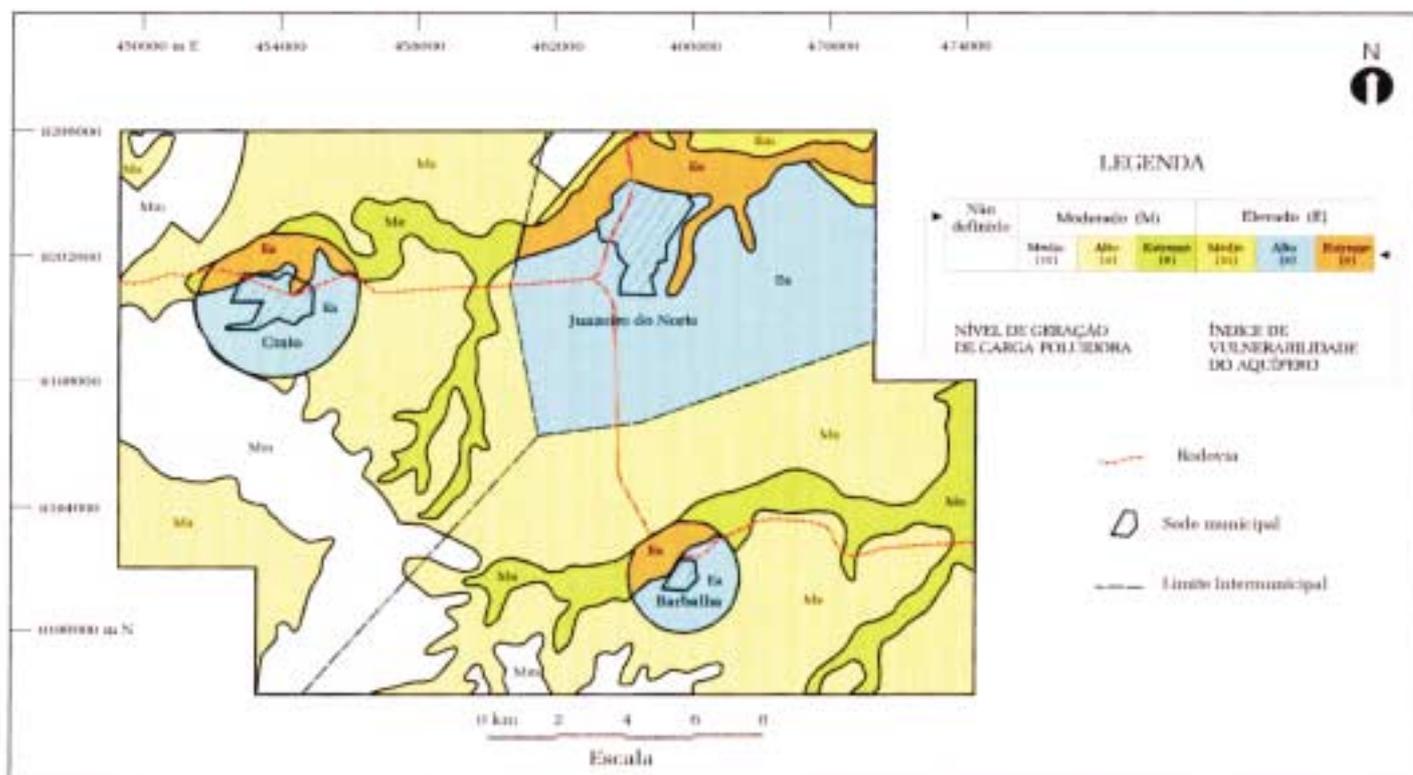


Figura 7.4 - Zoneamento de áreas críticas baseado na integração da vulnerabilidade natural e carga poluidora

#### 7.4.2 Atividade de mineração

Predomina a produção de minerais não metálicos, como calcário, argila, granito e água mineral (item 3.4). Segundo o DNPM as maiores atividades são concentradas nos municípios de Crato e Barbalha. Nenhuma dessas atividades oferece risco de geração de carga poluidora as águas subterrâneas. Entretanto o processo de exploração de alguns desses bens minerais, pode remover a cobertura do solo e camadas importantes da zona não-saturada, aumentando a vulnerabilidade, levando a exploração até atingir o nível freático, ficando exposta a água subterrânea.

#### 7.4.3 Atividade industrial

Para a atividade industrial, devido a ausência de dados, foi utilizada uma classificação apenas baseada no número de unidades industriais por município, com os seguintes níveis: *reduzido*: < 150; *moderado*: 150 a 300 e *elevado*: > 300. O município de Juazeiro do Norte apresenta índice *elevado* com 543 indústrias, principalmente por possuir aquelas associadas a couro e metalurgia. O município do Crato tem índice *moderado* com 166 indústrias e Barbalha com índice *reduzido* com 60 indústrias, sendo as principais de vestuários e alimentos (Tabela 7.II).

Tabela 7.II – Classificação da carga poluidora produzida pela atividade industrial para as águas subterrâneas por município

Sede Municipal	Indústrias (atividades principais)				Número de indústrias	Classificação da Carga
<b>Barbalha</b>	Vestuário	Alimentos	Minerais não metálicos	Metalurgia	60	Reduzida
<b>Crato</b>	Alimentos	Minerais não metálicos	Vestuário	Metalurgia	166	Moderada
<b>Juazeiro do Norte</b>	Vestuário	Alimentos	Metalurgia	Couros	543	Elevada

Fonte: IPLANCE, 1998 (modificado)

#### 7.4.4 Saneamento “in situ”

Na definição das áreas de risco foram adotados critérios como a concentração populacional não atendida com rede de esgotos, ou seja, as sedes municipais e sua periferia, conforme o item 6.3.1 e a Tabela 6.III.

A sede municipal de Juazeiro do Norte foi classificada como de *elevado* gerador de carga poluente, com riscos à poluição das águas subterrâneas, pois localiza-se em zonas de vulnerabilidade *Alta* (Aa) e *Extrema* (Eb). Cerca de 90% do município também está localizado em zonas de vulnerabilidade *Alta* (Aa, Ab) e *Extrema* (Eb). Os aquíferos que requerem mais atenção são o Rio da Batateira e as aluviões.

A sede municipal do Crato foi classificada com nível *elevado* gerador de carga poluente, com riscos à poluição das águas subterrâneas, onde também localiza-se em zonas de vulnerabilidade *Alta* (Aa) e *Extrema* (Eb). Cerca de 50% do município também está localizado em zonas de vulnerabilidade *Alta* (Aa, Ab) e *Extrema* (Eb). Os aquíferos que requerem mais atenção são o Rio da Batateira e as aluviões. Na região da chapada, a vulnerabilidade é média (Ma, Mb).

A sede municipal de Barbalha esta classificada com nível *elevado* gerador de carga poluente, com riscos à poluição das águas subterrâneas, onde também localiza-se em zonas de vulnerabilidade *Alta* (Aa) e *Extrema* (Eb). Cerca de 90% do município também está localizado em zonas de vulnerabilidade *Alta* (Aa, Ab) e *Extrema* (Eb). Os aquíferos que requerem mais atenção são o Rio da Batateira e as aluviões.

#### 7.4.5 Poços abandonados

A interligação da zona superficial com zonas mais profundas, através dos poços, pode constituir-se em um meio direto de poluição das águas subterrâneas, a exemplo da região do Cariri, onde estão localizados os melhores

aqüíferos do estado. Um erro na construção de poços colocará as águas subterrâneas em risco de poluição, daí o tamponamento de poços ser de extrema importância, para evitar o contato da superfície com a zona saturada.

Através do Catálogo Geral de Poços Tubulares (548 poços) foram identificados 487 poços quanto sua situação (em uso, abandonado, parado, não instalado). Foi observado que o município de Barbalha tem o melhor aproveitamento de poços na relação “*em uso X abandonado*”, com 13 por 1 (item 4.3). O maior número de poços abandonados pertence ao município de Juazeiro do Norte (22%), identificado com índice moderado a elevado o risco de contaminação das águas subterrâneas.

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A seguir, são apresentadas as conclusões e recomendações sobre esta pesquisa.

### 8.1 Conclusões

- Foram identificados 487 poços quanto a sua situação atual (em uso, abandonado, parado, não instalado), verificando-se que dos 150 poços abandonados 63,3% pertence ao município de Juazeiro do Norte; com Barbalha possuindo melhor aproveitamento de poços na relação “em uso X abandonado”, com 13 por 1.
- Quanto ao aproveitamento, dos 341 poços estudados 6,1% (21) estão sendo utilizados na indústria, 12% (41) na irrigação e 81,8% (279) em uso múltiplos (abastecimento humano, jardinagem, limpeza, lazer, animais).

- Para o sistema público de abastecimento água, foi calculado uma taxa “per capita” média para os três municípios de 340 L/hab./dia, denotando valores bem acima do recomendado em projetos técnicos (150 L/hab./dia).
- Ao adotar uma taxa de abastecimento “per capita” de 150 L/hab./dia, considerando o volume de água aduzido pelo sistema de abastecimento público, temos uma garantia de 100% no abastecimento, ficando ainda disponível um volume suficiente para abastecer uma cidade com mais de 390.000 habitantes. Porém não se observa um atendimento pleno da população, concluindo-se que existe uma taxa de perda considerável.
- Hidrogeologicamente foram definidos quatro (4) unidades hidro-estratigráficas, sendo a primeira constituída das aluviões e coberturas arenosas e areno-argilosas, representando a alternativa mais barata em termos de captação de água, onde os poços são construídos manualmente. São de pequena profundidade (< 10 m) e grandes diâmetros, utilizados basicamente em sítios e plantações de cana-de-açúcar.

A unidade hidro-estratigráfica 2 constituída das formações Exu e Arajara, tem grande importância para a bacia, pois possui a função de realimentar os aquíferos subjacentes.

A unidade hidro-estratigráfica 4 que compõe-se das formações Rio da Batateira e Mauriti (aflorantes) e Abaiara e Missão Velha em subsuperfície, constitui-se no melhor sistema aquífero do estado, sendo responsável pelo abastecimento público das populações de vários municípios. Os poços deste sistema possuem valores médios de profundidade e capacidade específica de 88,0 m e 2,7  $\{(m^3/h)/m\}$  respectivamente, produzindo as maiores vazões observadas na área, chegando a 300 m<sup>3</sup>/h no município do Crato.

- A reserva permanente é de 5,31 bilhões de m<sup>3</sup> e a reserva reguladora de 93,8 milhões de m<sup>3</sup>/ano para as unidades hidro-estratigráficas 2 e 4 juntos. A disponibilidade efetiva é de 95 milhões de m<sup>3</sup>/ano (263.800 m<sup>3</sup>/dia) e disponibilidade atual de 50,4 milhões de m<sup>3</sup>/ano (140.000 m<sup>3</sup>/dia).
- Para uma taxa de crescimento da população de 1,55% ao ano, daqui a 25 anos essa disponibilidade atual, ainda daria para abastecer a população, sem comprometimento para a reserva permanente.
- A qualidade físico-química das águas subterrâneas é, no geral, boa. A dureza tem valor médio de 91 mg/L, enquanto 88% dessas águas apresentam condutividade elétrica abaixo de 500  $\mu$ S/cm a 25 °C, refletindo valores dentro dos padrões adotados internacionalmente. O valor médio do pH é de 6,8 com tendência a um caráter levemente ácido. O STD apresenta um valor médio de 134 mg/L, oscilando entre 46 e 328 mg/L, Foi observada a seguinte relação iônica entre ânions e cátions:  $rHCO_3^- > rCl^- > rSO_4^{++}$  e  $rMg^{++} > rCa^{++} > rNa^+$ , com predominância do íon bicarbonato, função direta da percolação da água subterrânea através dos litotipos carbonáticos em área de recarga. Foram determinados teores elevados ferro (Fe) e manganês (Mn) em alguns poços.
- Análises bacteriológicas das águas indicaram a presença de bactérias do tipo *Escherichia coli* e *Klebsiella Sp*, com concentrações de N.M.P. entre 6,3 a 2.419/100 mL, basicamente oriundas de fossas sépticas ou lançamento das águas servidas nos córregos, rios e lagoas. A expansão populacional desordenada e ausência de uma rede de coleta de esgoto, constitui-se em importante fonte poluidora, representada por uma infiltração direta de bactérias e vírus para os aquíferos subjacentes.

- A maioria das águas (62,8%) são do tipo  $C_1-S_1$ , identificando um baixo risco de salinidade com valores do SAR entre 0,14 a 2,1, enquadrando-se na faixa de baixo risco de sódio, podendo ser usada para irrigação em muitos tipos de lavouras e diferentes tipos de solos. Os 37,2% restantes são do tipo  $C_2-S_1$ , enquadradas como de médio risco de salinidade e baixo risco de sódio, com valores do SAR entre 0,02 a 5,41, representando águas que podem ser utilizadas para irrigação, em grande parte dos tipos de solo e plantas com uma tolerância salina.
- As fontes potenciais de poluição para as águas subterrâneas são representadas pela atividade industrial, postos de serviço, lixões, lagoa de estabilização, cemitérios, construção de poços sem critérios técnicos, saneamento básico, águas superficiais poluídas e atividade agrícola, com a maioria gerando resíduos inaceitáveis para o meio natural, colocando as águas subterrâneas sob risco de poluição.
- Os índices mais elevados da atividade industrial estão associados ao município de Juazeiro do Norte, por concentrar mais de 70% das indústrias da região. Cerca de 38% dos tanques existentes nos postos de serviço, estão com mais de 20 anos de uso, representando um alto risco de vazamento e, conseqüentemente, poluição para as águas subterrâneas.
- Em relação ao saneamento básico, os três municípios que compõem a área, estão classificados com índice de carga poluidora *elevado*, gerando mais de 400 mil kg/ano de  $N-NO_3$ .
- Os maiores índices de vulnerabilidade natural estão associados aos sedimentos aluvionares (*Extremo-baixo*), às formações Rio da Batateira, Mauriti (*Alto-alto*), Exu e as coberturas (*Alto-baixo*). Os menores estão associados às formações Arajara (*Médio-alto*), Santana e Brejo Santo (*Médio-baixo*).

- As áreas críticas foram estudadas e classificadas em três índices de vulnerabilidade e dois níveis de carga poluidora. As zonas de maior risco ambiental concentram-se na zona urbana de cada município, com uma atuação mais elevada na região de Juazeiro do Norte. Isso em consequência de uma maior concentração das atividades geradoras de poluentes, neste município e o índice de vulnerabilidade ser “ *alto-alto*”.

## 8.2 Recomendações

Do exposto no decorrer do trabalho, recomenda-se:

- Realização de estudos posteriores associados a potabilidade das águas, em função de serem observados íons e bactérias, a exemplo de  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  e *Escherichia coli*, com concentrações acima do permissível, além da existência de disposição de resíduos perigosos para a rede de drenagem, gerando poluição a céu aberto, que pode interferir na qualidade das águas captadas pelos poços tubulares.
- Realização de um estudo de impacto da ferti-irrigação para as águas subterrâneas, oriundas da vinhaça, fertilizantes e pesticidas.
- Estudo de planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos, associados a uma política de uso racional e proteção, visando equacionar a oferta e demanda de água da região.
- Implementação de um programa de educação hidro-ambiental, em função da importância máxima que as águas subterrâneas possuem para a região.

- Implementação de um programa de conservação das áreas de recarga dos aquíferos, principalmente a chapada do Araripe, visando a manutenção do equilíbrio harmônico da exploração, uso e meio ambiente.
- Acompanhamento obrigatório pelas autoridades competentes da construção de poços tubulares, utilizando-se das recomendações técnicas relacionadas a locação, perfuração e completação das obras.
- Desenvolvimento de estudos visando a seleção de locais apropriados à disposição de resíduos sólidos.
- Estudo de planejamento pelos órgãos governamentais, para a expansão e implantação do sistema de saneamento básico nas áreas urbanas das sedes municipais.
- Elaboração e implementação de leis e/ou decretos municipais específicos às águas subterrâneas.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ALVES, F. F. – 1999. *Perfil econômico da indústria do Cariri*. ETENE. Banco do Nordeste. Fortaleza. 81p. il.

CAICEDO, N. – 1996. *Águas Subterrâneas: Contaminação e Remediação* – Centro Intamericano de Recursos de Água - XI Seminário – Curso. UCSAL. Salvador. p.373 – 391. Il.

CARVALHO, J. M. M. de; OLIVEIRA, A. A. P.; FILHO NOGUEIRA, A.; EVANGELISTA, F. R. ; FERNADES, A. A. O.; LOPES, E. A.; MENEZES, F. A. B. de; CARMO, I. M.; MOREIRA, J. O.; VASCONCELOS, M. S. L. de; GURGEL, M. A. – 1999. *Perfil econômico da pecuária do Cariri*. ETENE. Banco do Nordeste. Fortaleza. 62p. il.

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

- CEARÁ - 1992. *Plano estadual dos recursos hídricos* - Secretaria de Recursos Hídricos. Diagnóstico. v. 1, Fortaleza.
- COSTA, M. I. P. & GATTO, L. C. - 1981. *Geomorfologia*. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB. 24/25 - Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro. v. 23, p. 326 - 328
- COSTA, W. D. - 1997. *Uso e gestão de água subterrânea*. in: Hidrogeologia: conceitos e Aplicações. coord. por: Fernando Antônio Carneiro Feitosa e João Manuel Filho. CPRM, LABHID/UFPE. Fortaleza. cap. 14, p. 341-364. il.
- COSTA, W. D. - 1998. *Avaliação de reservas, potencialidades e disponibilidade de aquíferos*. In: ABAS. CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 10, São Paulo, Anais. Digital-CD
- CPRM - 1999. *Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará*. Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. CPRM. Residência de Fortaleza. Fortaleza. Atlas Digital-CD
- CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. R.- 1976. *Hidrologia subterrânea*. Ediciones Omega. Barcelona. v. 2, p. 1884-1896 il.
- FELLENBERG, G. - 1980. *Introdução aos problemas da poluição ambiental* Tradução de Juergen Heinrich Maar e Cláudio Gilberto Froehlich. EPU; Springer; Ed. USP. São Paulo
- FIGUEIREDO, M. A. - 1997. *Vegetação*. In.: CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Coordenação - SEPLAN. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza. p. 28- 29
- FOSTER, S & HIRATA, C. A. R. - 1993. *Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: Um método baseado em dados existentes*. Tradução

de Ricardo Hirata, Sueli Yoshinaga, Seiju Hassuda, Mara Iratini. São Paulo: Instituto Geológico. 90p. Il. (Boletim, 10).

GASPARY, J.; ANJOS, N. da F. R. dos; REBOUÇAS, A da C.; MANUEL FILHO, J.; LEAL, O; GARAU, J. P.; GUILLOT, P. - 1967. *Estudo geral de base do vale do Jaguaribe*. SUDEME-ASMIC Hidrogeologia. Recife. v. 7

HASSUDA, S. – 1989. *Impactos da infiltração da vinhaça de cana no aquífero Bauru*. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo. São Paulo. 92 p.

INSTITUTO GEOLÓGICO – 1997. *Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo*. Instituto Geológico, CETESB, DAEE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. coord. por: Ricardo Cersa Aoki Hirata, Carai Ribeiro de Assis Bastos, Gerôncio Albuquerque Rocha. São Paulo: IG: CETESB. v.1 144p. Série Documentos.

IPLANCE – 1998. *Anuário Estatístico do Ceará.1997 - Tomo 2. Economia e Finanças*. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE. Edições Iplance. Fortaleza.

LEITE, F. de A. B. & MARQUES, J. N. - 1997. *Solos*. In.: CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Coordenação - SEPLAN. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza. p. 20 - 21

LEITE, J. C. B. - 1997. *Processos de salinização da água subterrânea armazenada em meio poroso e em meio fraturado no vale do Cariri*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

LOGAN, J. – 1965. *Interpretação de análises químicas da água*. U. S. Agency for International Development. Tradução de Araknéa Martins de Lemos. Recife.

- MENDONÇA, L. A. R. - 1996. *Modelagem matemática, química e isótopa de uma bateria de poços na cidade de Juazeiro do Norte – Ceará*. Dissertação de Mestrado – Área de Concentração : Recursos Hídricos. Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 122p. il.
- MONT'ALVERNE, A. A. F.; PONTE, F. C.; COSTA, W. C.; DANTAS, J. R. A.; LOPES, C. F.; MELO JUNIOR, A. H.; PONTE, J. S. A ; FILGUEIRA, J. B. M.; SOUZA, S. do R.; SILVA, E. C. C. da - 1996. *Projeto Avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe*. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Programa Nacional de Estudos dos Distritos Mineiros. - Fase I. Recife. 100p. il.
- MOTA, S. - 1999. *Urbanização e meio ambiente*. ABES. Rio de Janeiro. p. 27 – 97. il.
- NIMER, E. – 1979. *Climatologia do Brasil*. FIBGE / SUPREN. Rio de Janeiro
- OITICICA, J., LOUREIRO, N. M.; ALVES, A. da S. – 1977. *Possibilidades de produção de álcool a partir de cana-de-açúcar*. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE ALCÓOL NO NORDESTE. 1. MINTER – SEPLAN – SUDENE - BNB,. Fortaleza. Anais... p.85-112.
- OLIVEIRA, A. A. – 1998. *Calcários laminados do Cariri. Estudo para redução de pedras na lavra e aproveitamento do rejeito mineral*. Dissertação de Mestrado – Área de Concentração: Geologia. Centro de Ciências. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- PACHECO, A.; MENDES, J. M. B.; HASSUDA, S. – 1988. *O problema geoambiental da localização de cemitérios em meio urbano*. In: ABAS, CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 5, São Paulo, Anais.

- PACHECO, A.; PELLIZARI, V.; MIDORI, D.; TORRES, S.; MENDES, J. M. B. – 1992. *Os perímetros de proteção sanitária em cemitérios e sua importância para as águas subterrâneas de abastecimento. Estudo preliminar.* In: ABAS, CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 7, Belo Horizonte, Anais.
- PEQUENO MARINHO. A.M. C. – 1998. *Contaminação de aquíferos por instalação de cemitérios. Estudo de caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza – Ceará.* Dissertação de Mestrado – Área de Concentração : Hidrogeologia . Centro de Ciências. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- PONTE, F. C. – 1991a. *Sistema deposicionais na bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.* PETROBRÁS-CEMPES-DIVEX-SEBIPE. Rio de Janeiro.
- PONTE, F. C. – 1991b. *Arcabouço estrutural e evolução tectônica da bacia mesozóica do Araripe, no Nordeste do Brasil.* PETROBRÁS-CEMPES-DIVEX-SEBIPE. Rio de Janeiro.
- PONTE, F. C. & APPI, C. J. - 1990. *Proposta de revisão da coluna estratigráfica da Bacia do Araripe.* in: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal, Anais... SBG. V.1, p.211 - 226
- RIBEIRO, J. A. & VERÍSSIMO, L. S. – 1995. Projeto Avaliação Ambiental da Região do Cariri. *Vulnerabilidade natural das unidades aquíferas da região do Cariri.* CPRM. Fortaleza. 30 p. il.
- RIBEIRO, J. A.; VERÍSSIMO, L. S.; PRADO, F. da S.; RIBEIRO, J. A. P.; ANDRADE, T.T. B. de – 1996. Projeto Avaliação Ambiental da Região do Cariri. *Recursos hídricos e minerais do município de Barbalha-CE.* CPRM. Fortaleza. 50 p. il.

- SANTIAGO, M. F.; MENDES FILHO, J; SILVA, C. M. V. S; FRISCHKORN, H. - 1996. *Modelo isotópico da dinâmica dos aquíferos do Cariri.. Apêndice in.: Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe - Fase I. Recife.*
- SANTOS, F. J. de S.; MIRANDA, F. R. de; LIMA, A. A. C.; AGUIAR, A. A. T.; PEREIRA, L. de S. E.; MACHADO, H. A. C.; CABRAL, R. C. - 1999. *Perfil econômico da agricultura irrigada do Cariri. ETENE. Banco do Nordeste. Fortaleza. 66p. il.*
- SCUDINO, P. C. B. – 1997. *Técnicas de investigação da qualidade das águas subterrâneas. Seminário Impactos Ambientais e Águas Subterrâneas no Brasil. Rio de Janeiro. art. 05.*
- SILVA, C. M. S. V. - 1996. *Modelo fenomenológico para a circulação de água na bacia sedimentar do Cariri com base em isótopos e hidroquímica. Tese de Doutorado. Departamento de Física. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.*
- STUDART, T. M. de C.; - 1991. *Variações sazonais das vazões de fontes da chapada do Araripe. Dissertação de Mestrado – Área de Concentração: Recursos Hídricos. Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 65p. il.*
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. – 1955. *The water balance publications in climatology. Laboratory of Climatology. V. 8. N.1, p. 1-104.*

## APÊNDICE

01 – Catálogo geral de poços tubulares

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

N.º	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	S (m)	Q (m³/h)	Q/s (m³/h/m)	C.E.M. (uS/cm)	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E		Revest.	Alt.(m)											
1	B		Ademar de Souza	Bulandeira	SP-Perfurações	9192057	463322	16/06/94	8	0.50	100,00	7,00	36,00	29,00	60,00	3,07	250	6,5	Privado	Em uso	Irrigação
2	B		Almirante Cruz	Brito/Lambedor	SP-Perfurações	9191330	463680	02/03/95	8		100,00	9,00	46,00	37,00	36,00	0,97			Privado		Múltiplos
3	B		Almirante Cruz	St. Santana	Agrosonda	9191142	474245	06/07/92	10	0.30	60,00	13,00	30,00	17,00	40,00	2,35	103	5,0	Privado		Múltiplos
4	B	*	Ant. Correia	Hosp. Sto Ant.	Agrosonda	9190700	466734	26/07/91	6	0.40	80,00	15,00	30,00	15,00	8,60	0,57	383	7,4	Privado	Em uso	Múltiplos
5	B	*	Ant. da Costa	St. Baureiras	CPRM	9192150	465353	23/03/83	6	0.35	150,00	4,00	30,20	26,20	190,00	6,87	108	6,9	Privado	Em uso	Múltiplos
6	B		Ant. Rosalvo	Distrito Industrial	CPRM	9192827	466763	27/07/83	5	0.64	248,00	65,90	80,45	14,55	10,00	0,89	100		Privado	Não instalado	Indústria
7	B		Ant. Sampaio	Lagoa	SP-Perfurações	9195510	467226	01/10/94	8	0.37	100,00	27,00	33,00	6,00	25,00	4,17			Privado	Em uso	Múltiplos
8	B		Apolônio Miranda	St. Cerquinho	SOEC	9191693	470198	08/10/83		0.85	60,00	7,50	9,00	1,50	2,66	1,77			Privado	Em uso	Múltiplos
9	B		Ass.Peq. Produtores	St. Santana	SOEC	9190251	473541	10/10/86	6	0.10	60,00	19,40	24,15	5,75	3,40	0,59			Privado	Em uso	Múltiplos
10	B		Banco do Brasil	R. Prin. Isabel	FHD	9191900	466700	11/04/84											Público	Em uso	Múltiplos
11	B		CAGECE	Estrela		9195264	470500		6	0.35	102,00	38,00	43,00	5,00	9,30	1,86			Público	Em uso	Múltiplos
12	B		CAGECE	Sede	CORNER	9192367	467101	18/02/86	10	0.95	109,10	20,00	29,00	9,00	10,00	1,11			Público	Abandonado	
13	B		CAGECE	Sede-Tupinambá	T. JANER	9191950	466100	31/01/74	8		126,00	5,20	26,00	20,80	46,00	3,16	300		Público	Abandonado	
14	B	*	CAGECE	St. São Paulo	CORNER	9191446	467714	03/03/86	8	1.00	144,00	7,14	24,50	17,36	110,00	6,34	320	7,2	Público	Em uso	Múltiplos
15	B	*	CAGECE	St. Tupinambá	CORNER	9192304	465445	24/06/81	8	0.30	134,00	5,00	22,48	17,48	150,00	8,58	466	6,8	Público	Em uso	Múltiplos
16	B	*	CAGECE	St. Tupinambá	CORNER	9192458	465628	04/06/81	6	0.55	163,00	3,50	15,00	11,50	20,00	1,74	190	6,9	Público	Em uso	Múltiplos
17	B		CECASA	Buniti	DNCCS	9193700	469500	25/01/66	8		39,00	6,00	7,00	1,00	12,00	12,00	180		Privado		Indústria
18	B		CECASA	Cerâmica Cairi	SOB7	9193719	469646	19/12/90	10	0.40	60,00	1,00	15,00	14,00	3,00	0,21			Privado	Em uso	Indústria
19	B		CEDAPE	Cedape	Agrosonda	9199800	470250	01/10/92	8	0.60	56,00	4,00	22,00	18,00	46,00	2,50	350	6,4	Público	Em uso	Irrigação
20	B		CEPA	Santana	SOEC	9190380	473540	15/01/86	6	0.10	60,00	6,60	10,00	3,40	20,30	5,97	120	6,3	Público	Em uso	Múltiplos
21	B		Cia. Ind. do Centri	Distrito Industrial	Hidrocariti	9196000	462600	24/02/83	6		100,00	63,00	65,00	2,00	8,00	4,00	190		Privado	Em uso	Indústria
22	B		Cícero Cruz	Santana		9192143	474572	28/04/95	6	0.35	100,00	17,60	28,00	10,40	23,46	2,26	190	6,5	Privado	Em uso	Múltiplos
23	B		Cleves Sampaio	Buriti/Brejo	FJ-Perfuração	9193432	470843	15/03/95	6	0.26	100,00	4,00	18,00	14,00	36,00	2,50	420	7,0	Privado	Em uso	Irrigação
24	B		Colég. N.S. de Fátima		DNCCS	9191998	466426	10/05/68	4	0.40	51,00	14,00	22,00	8,00	6,00	0,75	310		Privado		Múltiplos
25	B		Domingos Miranda	São Pedro		9193200	467800	12/12/95	8	1.00	100,00	3,00	18,00	15,00	60,00	4,00	340	6,3	Privado	Em uso	Irrigação
26	B	*	EPACE	EPACE	SOHIDRA	9193904	470472	15/06/82	6	0.38	82,00	7,00	44,00	37,00	13,20	0,36	450	7,1	Público	Em uso	Múltiplos
27	B		EPACE	EPACE	SOHIDRA	9193483	470100		6	0.59	60,00	14,00	27,00	13,00	18,00	1,38			Público	Em uso	Múltiplos
28	B		EPACE	EPACE	SOHIDRA	9193300	470284	29/08/92	6	0.25	60,00	16,00	19,00	3,00	18,00	6,00	270	6,7	Público	Em uso	Múltiplos
29	B		EPACE	EPACE	SOHIDRA	9194105	470751	08/02/90	6	0.30	50,00						306	7,8	Público	Em uso	Múltiplos
30	B		EPACE	EPACE	SOHIDRA	9193321	470585	19/01/86	6	0.25	72,00	13,50							Público	Em uso	Múltiplos
31	B		Erivaldo Cruz	Faz. Sta Tereza	SOEC	9194243	473324	29/06/77	6	0.15	70,00	5,10	7,00	1,90	22,60	11,89	335	8,2	Privado	Em uso	Múltiplos
32	B		Erivan Cruz	Faz. Roncador	TERRA Perf.	9198360	469855	27/01/93			95,00	45,00	54,00	9,00	6,00	0,67	490		Privado	Em uso	Múltiplos
33	B		Evarado	Malvinas		9191591	468878	01/07/93	6	0.20					7,00				Privado	Em uso	Múltiplos
34	B		Evarado Sampaio	São Pedro		9192748	467894		6	0.30	100,00	10,00	28,00	18,00	60,00	3,33	230	6,8	Privado	Em uso	Irrigação
35	B		F.D.C.	Cerquinho	SOEC	9192900	472200	08/10/83	5	0.30	60,00								Público	Em uso	Múltiplos
36	B		F.D.C.	Estrela	SOEC	9195338	470540	12/12/85			101,00	28,00	37,00	9,00	13,20	1,47	63		Público	Em uso	Múltiplos
37	B		Fco. Erivaldo	Sta. Tereza	SP-Perfurações	9193849	472602	14/10/94	8	0.60	90,00	40,00	80,00	40,00	56,00	1,40			Privado	Em uso	Múltiplos
38	B		Fco. G. de Araújo	Estrela		9195230	469197		6	0.05							134	8,1	Privado	Em uso	Múltiplos
39	B		Fco. Homogenea	Mata		9194543	473657	01/10/95	6	0.70	60,00	15,00	30,00	15,00	0,00				Privado	Em uso	Irrigação
40	B		Fernando Lyrio	Buniti	SP-Perfurações	9193720	468803	28/04/95	6	0.53	100,00	10,00	19,00	9,00	24,00	2,67			Privado	Em uso	Múltiplos
41	B		Fernando Sampaio	Estrela		9195213	469130	30/06/95	6	0.50	100,00	5,00	20,00	15,00	15,00	1,00			Privado	Em uso	Múltiplos
42	B		Gerardo Macedo	Mata/S. Tereza		9194550	472972	14/10/94	8	0.35	100,00	2,50	15,00	12,50	55,00	4,40	400	6,8	Privado	Em uso	Irrigação
43	B		Giovanni L. Sampaio	Lambedor	SP-Perfurações	9191240	464600	25/02/95	6	1.00	98,50	2,80	8,65	6,05	36,00	5,95			Privado	Em uso	Múltiplos
44	B		Hosp.S.Vicente P.	Hosp.S.Vicente P.	SOEC	9191700	466800	13/06/78	5		80,00	9,30	14,50	5,20	17,60	3,38	600	8,2	Privado	Em uso	Múltiplos
45	B		Hosp.S.Vicente P.	Hosp.S.Vicente P.	CPRM	9191230	466825	16/06/83	6	0.60	160,00	13,30	49,00	35,70	80,00	3,24			Privado	Abandonado	
46	B		Humberto Andrade	Granje Ciunã	SOEC	9193504	469798	28/08/79	6	0.45	48,00	30,80	32,50	1,70	3,30	1,94			Privado	Abandonado	

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Física-química, \*\* = Bacteriológica, Prof = Profundidade, N.E = Nivel estático, N.D = Nivel dinâmico, S = Retalhamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.E.M. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

N.º	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data Perf.	Boca		Prof. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	S (m)	Q (m³/h)	Q/s (m³/h/m)	C.Elét. (µS/cm)	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E		Revest.	Ait. (m)											
47	B		Humberto Andrade	Granje Clane	SOHIDRA	9192982	489798	12/04/88	6	0,60	80,00	19,26	38,40	18,14	20,00	1,04		Privado	Abandonado		
48	B		J. Orlando Sampaio	Legoa	SP-Perfurações	9195187	467210	28/04/95	6	1,00	100,00	25,00	49,00	24,00	12,00	0,50		Privado	Em uso	Irrigação	
49	B		J. Ticiano A. Sampaio	Alto da Alegria	Gerais Perf.	9191580	466610	14/10/94	6		90,00	14,00	60,00	46,00	52,00	1,13		Privado	Em uso	Múltiplos	
50	B		João Hilário	Legoa		9195310	467446	15/02/95	6	0,60	100,00	18,00	30,00	12,00	41,60	3,47		Privado	Em uso	Irrigação	
51	B		João José Matias	Apice Motel		9195516	464690	02/05/96	12		30,00	1,60	16,64	15,04	30,00	5,98	410	Privado	Em uso	Múltiplos	
52	B		Joelquim C. Sampaio	Brejo de Salamanca	DNCCS	9190100	468000	12/01/86	6		38,50	9,00	18,00	10,00	5,90	0,59	540	Privado	Em uso	Múltiplos	
53	B		Joelquim Sampaio	Bulandeira		9192573	467794		6	0,20	68,00	8,00	36,00	28,00	50,00	1,79		Privado	Em uso	Irrigação	
54	B		Jorge Ney Coelho	Bulandeira	SP-Perfurações	9193000	465754	02/02/95	6	0,30	100,00	4,00	30,00	26,00	72,00	2,77	130	Privado	Em uso	Irrigação	
55	B		José C. Pequeno	BulandeiraPq	SP-Perfurações	9192338	464363	27/08/94	8	0,15	100,00	3,50	28,00	24,50	75,00	3,06	406	Privado	Em uso	Irrigação	
56	B		José de Acião	União		9192500	467000		8	0,20		28,20	44,00	15,80	30,00	1,90		Privado	Em uso	Múltiplos	
57	B		José de Atilindo	Bulandeira	Agrosonda	9192500	464751	01/11/94	6		78,00	8,00	21,00	13,00	72,00	5,54	180	Privado	Em uso	Irrigação	
58	B		José Fco. da Costa	Mata	TERRA Perf.	9198000	464361	30/10/95	6		100,00	25,00	32,00	7,00	15,84	2,26		Privado	Em uso	Múltiplos	
59	B		José Lívio L. Cailou	Buriti	Gerais Perf.	9193700	469193	07/07/94	6	0,46	86,00	7,00	53,00	46,00	48,00	1,04	136	Privado	Em uso	Irrigação	
60	B		José Oroni	Ferreira	DNCCS	9189913	471793	16/04/72	5	0,35	88,00	43,00	48,00	5,00	5,00	1,00		Privado	Em uso	Múltiplos	
61	B		Louivaldo Santana	St. Tereza	SP-Perfurações	9193840	474086	15/10/95	8	0,33	80,00	2,00	30,00	28,00	50,00	1,79	300	Privado	Em uso	Irrigação	
62	B		Luciano Moraes	St. Lagoinha	SOEC	9195256	471698	12/04/75	6		80,00	3,20	12,00	8,80	2,90	0,30		Privado	Em uso	Múltiplos	
63	B		Luziano S. de Souza	St. Brejinho	DNCCS	9191803	474613	01/12/88	6	0,55	73,80	17,85						Privado	Em uso	Múltiplos	
64	B		Luzidilva Pereira	Carapicho	SOEC	9192277	471087	01/10/74	6	0,45	81,20	12,35	26,80	14,45	9,50	0,66		Privado	Em uso	Múltiplos	
65	B		Luis França	Barr. Vermelho	Hydrocarini	9193100	461500	16/11/93	6		82,00	33,00	40,50	7,50	16,00	2,13	310	Privado	Em uso	Múltiplos	
66	B		Luis A. Sampaio	St. Creolias	DNCCS	9192067	463981	03/12/72	4	0,50	52,00	21,00	22,00	1,00	10,00	10,00	180	Privado	Em uso	Múltiplos	
67	B		Luis Ivan Bezerra	Cabeceira		9191950	461280	11/11/94	8	0,37	100,00	4,00	36,00	32,00	60,00	1,88		Privado	Em uso	Irrigação	
68	B		Manoel A.A. Aquino	Mata Fresca	DNCCS	9192429	468327	30/07/83	6	0,63	79,00	22,00	38,00	16,00	0,80	0,06		Privado	Em uso	Múltiplos	
69	B		Manoel Salviano	Bulandeira	Agrosonda	9192440	463422	01/09/92	6		80,00	8,00	36,00	28,00	50,00	1,79	230	Privado	Em uso	Múltiplos	
70	B		Manoel Salviano	Mata		9194420	463566		10	0,40	136,00	40,00	60,00	20,00	80,00	4,00	110	Privado	Em uso	Irrigação	
71	B		Mário C. Vieira	St. Mata dos Limes	SOEC	9195038	467405	16/03/79	6	0,30	81,20	38,00	49,70	11,70	7,80	0,67		Privado	Em uso	Múltiplos	
72	B		Moisés P. Filho	Granje Matilde	Hidrorural	9189942	469524	13/06/84	6	0,80	81,00	18,00	30,00	12,00	20,00	1,67		Privado	Em uso	Múltiplos	
73	B		Olganira Cruz	St. Cabeludo		9189624	471715		10		68,00	4,80	22,40	17,60	150,00	8,52	235	Privado	Em uso	Múltiplos	
74	B		Olganira L. da Cruz	St. Cabeludo	Agrosonda	9189390	471180		8	0,25	68,00	2,00	28,00	26,00	80,00	3,08	235	Privado	Em uso	Múltiplos	
75	B		Oton Prata	Ferreira	DNCCS	9194700	463400	20/11/84	8		88,00	32,00	43,00	11,00	7,50	0,68		Privado	Em uso	Múltiplos	
76	B		Paula Ney	Sede		9192460	467500		8		70,00	5,20	26,00	20,80	45,00	2,16	300	Privado	Em uso	Múltiplos	
77	B		Petalozzi	Vila Sta. Teresinha	Hydrocarini	9193443	469185	10/10/83	6	0,35	78,90	16,70						Privado	Em uso	Múltiplos	
78	B		Plínio Graveiro de M.	Alto da Alegria	Hidrosonda	9193996	470380	02/09/79	6	0,58	71,00	36,00	42,00	6,00	10,90	1,82		Privado	Abandonado		
79	B		Prefeitura	Alto Bela Vista	SOHIDRA	9192700	466500	15/03/90	6		73,40	6,00	13,00	7,00	22,00	3,14		Público	Em uso	Múltiplos	
80	B		Prefeitura	Alto da Alegria	CPRM	9193317	465199	12/08/81	6	0,85	113,00	36,00	57,00	21,00	6,50	0,31		Público	Em uso	Múltiplos	
81	B		Prefeitura	Arajara		9188984	466570	28/02/95	6	0,60	120,00	40,00	80,00	40,00	3,00	0,08	405	Público	Em uso	Múltiplos	
82	B		Prefeitura	Baixio dos Corda	DNCCS	9192516	461490	14/02/69	5	0,70	95,00	49,00	49,00		8,00		310	Público	Em uso	Múltiplos	
83	B		Prefeitura	Bela Vista	SOHIDRA	9189726	467317	01/07/80	6	0,20	96,00	15,58			34,00			Público	Em uso	Múltiplos	
84	B		Prefeitura	Bulandeira	SOHIDRA	9193650	465160	13/07/90	6	0,30	80,00	19,00	27,80	8,80	9,31	1,06		Público	Em uso	Múltiplos	
85	B		Prefeitura	Bulandeira		9194175	465230		6	0,30	78,00	24,00	30,00	6,00	10,00	1,67		Público	Em uso	Múltiplos	
86	B		Prefeitura	Buriti	Hydrocarini	9191508	470198	17/10/82	6	0,52	40,00	16,00	18,00	2,00	12,00	6,00		Público	Abandonado		
87	B		Prefeitura	Eac. M. Noete		9189330	469800		8	0,45	80,00	42,00	77,00	35,00	88,00	2,51		Público	Em uso	Múltiplos	
88	B		Prefeitura	Estrela		9195520	470476	06/08/94	8	0,40	72,00							5,8	Público	Em uso	Múltiplos
88	B		Prefeitura	Lagoa (S. Luzia)	SOEC	9195715	467961	14/12/93	6	0,05	76,00	18,00	24,00	6,00	10,00	1,67		Público	Em uso	Múltiplos	
90	B		Prefeitura	Malhada Vermelha		9189800	468400				50,00						490	Público	Em uso	Múltiplos	
91	B		Prefeitura	Malvinas	SOEC	9192460	469186	30/10/83	6	0,30	79,50	28,00	37,00	9,00	13,20	1,47	350	6,4	Público	Em uso	Múltiplos
92	B		Prefeitura	Malvinas	SOHIDRA	9192445	468896	19/07/90	6	0,30	85,00	45,00	54,80	9,80	6,60	0,67		Público	Em uso	Múltiplos	

M = Município Anal    Tipo de análise:    Física química    Bacteriológica, Prof = Profundidade, NE = Nivel estático, ND = Nivel dinâmico, S = Rebaixamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.Elét. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

Nº	M	Anal.	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/s	C.Elet.	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E		Revest.	Alt.(m)											
93	B		Prefeitura	Malvinas	SOHIDRA	9193935	470902	12/06/83	6	0,55	80,00	38,00	43,00	5,00	9,30	1,88			Público	Em uso	Múltiplos
94	B		Prefeitura	Malvinas		9192524	469037	07/07/93	6		104,00								Público	Em uso	Múltiplos
95	B		Prefeitura	Parone Bulandera	SOHIDRA	9193440	465598		6	0,30	88,70	17,12							Público	Em uso	Múltiplos
96	B		Prefeitura	Povoado Estrela	SORC	9195378	470380	04/12/82	6	0,30	101,00	12,50							Público	Em uso	Múltiplos
97	B		Prefeitura	Sede	COCGSP	9190585	467071	04/01/76	4	0,45	73,00	20,00	30,00	10,00	22,80	2,26	580	6,5	Público	Em uso	Múltiplos
98	B		Prefeitura	Sede	SORC	9191968	468235	26/07/82	6	0,44	38,00	10,00	19,00	9,00	4,80	0,53			Público	Em uso	Múltiplos
99	B		Prefeitura	Sede	T. JANER	9191600	468420	16/11/84	6	0,48	152,00	3,90	10,60	6,70	48,00	7,18			Público	Em uso	Múltiplos
100	B		Prefeitura	Sede	T. JANER	9192367	467131	12/01/70	6	0,20	103,50	4,70	8,60	3,90	16,20	4,15			Público	Em uso	Múltiplos
101	B		Prefeitura	Sede-Alto Bela Vista	SOHIDRA	9190600	466500	13/06/90	6		90,00	23,70	30,80	7,10	10,84	1,53			Público	Em uso	Múltiplos
102	B		Prefeitura	Sede-Inaldão		9190710	467045		4	0,45	100,00	40,00	49,00	9,00	5,00	0,58			Público	Em uso	Múltiplos
103	B		Prefeitura	St. Barro Vermelho	SORC	9193684	462500	28/10/83	6	0,40	110,00	42,50	53,00	10,50	11,31	1,08	196	7,1	Público	Em uso	Múltiplos
104	B		Prefeitura	St. Cabecoreinas	SORC	9190950	461981	09/11/83	6	0,45	102,00	28,20	46,30	18,10	2,95	0,16	196	5,9	Público	Em uso	Múltiplos
105	B	*	Prefeitura	St. Lagoa	Agrosonda	9195439	467921	31/01/86	6	0,50	60,00	9,00	15,00	6,00	19,80	3,30	94	7,1	Público	Em uso	Múltiplos
106	B	*	Prefeitura	St. Malhada	T. JANER	9189880	468543	01/08/78	6	0,18	53,00	27,00	38,00	11,00	4,00	0,38			Público	Em uso	Múltiplos
107	B		Prefeitura	St. Santana	Agrosonda	9189852	473326	27/12/85	6	0,45	80,00	8,00	10,00	2,00	17,60	8,80			Público	Em uso	Múltiplos
108	B		Prefeitura	Venha Ver		9194130	465935		6	0,07	80,00	19,00	36,00	17,00	11,00	0,65			Público	Em uso	Múltiplos
109	B		Prefeitura	Vila Sta. Terezinha	Agrosonda	9193013	469185	10/01/86	6	0,28	78,00	35,00	37,00	2,00	10,00	5,00			Público	Em uso	Múltiplos
110	B		Prefeitura (Colégio)	Santana		9191430	474332		6	0,21	60,00	3,00	28,00	26,00	9,00	0,35	220	6,7	Público	Em uso	Múltiplos
111	B		Prefeitura (Quadra)	Santana		9189886	473126	15/08/87	6	0,50	10,80	20,00	9,20				220	6,7	Público	Em uso	Múltiplos
112	B		Ricardo Callou	St. Barro Vermelho	Hidralax	9194912	462285	13/05/90	6	0,30	100,00	22,00	36,00	14,00	40,00	2,86			Privado	Em uso	Múltiplos
113	B		Ricardo B. Callou	Mata		9194540	463820	15/12/84	6	0,20	100,00	30,00	80,00	50,00	50,00	1,00	41	5,8	Privado	Em uso	Irrigação
114	B		Roque C. Ribeiro	Brito	DNOCS	9195840	472771	30/07/68	6	0,25	48,00	14,00	44,00	30,00	6,00	0,20	84	6,1	Privado	Abandonado	
115	B	*	Severino Duarte	Padre Cicero	CPRM	9193991	463205	28/08/81	8	0,30	207,00	93,00	108,00	15,00	40,00	2,67	244	6,7	Privado	Em uso	Múltiplos
116	B	*	Severino Duarte	Padre Cicero	Hidrocaritri	9193400	463100	28/04/82	6	0,18	96,60	13,00	24,60	11,60	1,45	0,13	280	6,8	Público	Em uso	Múltiplos
117	B		SOAFA	Buriti	Hidrocaritri	9192880	469400	05/05/83	8	0,37	40,00	38,00	46,00	8,00		0,00			Público	Em uso	Múltiplos
118	B		Usina de Açúcar	Barro Branco 01		9191406	471271		6	0,75		4,00			46,80	290	7,0	Privado	Parado	Irrigação	
119	B		Usina de Açúcar	Barro Branco 02		9191986	471521	19/12/86	10	0,20	81,45	10,88	20,00	9,12	80,00	3,77	320	7,1	Privado	Parado	Irrigação
120	B		Usina de Açúcar	Barro Branco 03		9191544	471785	18/06/88	8	0,20	76,00	2,00	28,00	26,00	90,00	3,46	310	6,7	Privado	Parado	Irrigação
121	B		Usina de Açúcar	Brejinho - Pe-1		9193165	474390			0,13							350	7,0	Privado	Parado	Irrigação
122	B		Usina de Açúcar	Brejinho - Pe-2		9193550	474015										580	6,8	Privado	Parado	Irrigação
123	B		Usina de Açúcar	Brejinho - Pe-3		9193726	473770	16/10/87	8	0,35	84,00	7,00	25,00	18,00	48,00	2,72	288		Privado	Parado	Irrigação
124	B		Usina de Açúcar	Brejinho - Pe-4		9193577	473555			0,40							286		Privado	Parado	Irrigação
125	B		Usina de Açúcar	Brejinho - Pe-5		9193339	474184			0,20									Privado	Parado	Irrigação
126	B		Usina de Açúcar	Brejinho - Pe-6		9193080	473520	03/08/88	8	0,20	76,00	28,20	44,00	15,80	30,00	1,90			Privado	Parado	Irrigação
127	B		Usina de Açúcar	Cerquinha 01		9194250	473375	10/06/86	10	0,60	88,00	3,74	29,90	26,16	30,00	1,15			Privado	Parado	Irrigação
128	B		Usina de Açúcar	Cerquinha 02		9194250	472822	06/07/86	8	0,30	95,00	3,90	36,00	32,10	60,00	1,87			Privado	Parado	Irrigação
129	B		Usina de Açúcar	Cerquinha 03		9193793	472747	15/10/86	8	0,20	33,50	3,61	26,68	23,07	40,00	1,73			Privado	Parado	Irrigação
130	B		Usina de Açúcar	São Pedro 01		9193453	468303	30/05/90	10	0,25	78,00	6,00	35,00	29,00	113,00	3,90			Privado	Parado	Irrigação
131	B		Usina de Açúcar	Umcf	CORNER	9193800	473800	20/11/75	12		300,00	0,58	17,21	18,63	80,00	4,81	310		Privado	Parado	Irrigação
132	B		Usina de Açúcar	Umcf	CORNER	9193900	473900	07/12/75	12		200,00	1,60	16,64	15,04	90,00	5,98	410		Privado	Parado	Irrigação
133	B		Usina de Açúcar	Umcf		9193400	473000				200,00				44,00		370		Privado	Parado	Irrigação
134	B		Usina de Açúcar	Umcf		9193200	474200				200,00				65,00		310		Privado	Parado	Irrigação
135	B		Usina de Açúcar	Umcf		9193100	474400				300,00				72,00		350		Privado	Parado	Irrigação
136	B		Usina de Açúcar	Vila Operária	CORNER	9192270	473222	27/01/76	6	0,25	100,00	15,15	28,05	12,90	21,40	1,66			Privado	Parado	Múltiplos
137	B		Zé Adega	Crioulos	Hidroconaut	9189100	472856	28/05/95	8	0,50	63,00	65,00	2,00	8,00		4,00	230	7,7	Privado	Em uso	Irrigação
138	B		Zé Adega	Crioulos	Hidroconaut	9188680	471800	03/11/94	4	0,45	85,00	80,00	15,00	70,00		4,67	300	7,1	Privado	Em uso	Irrigação

M = Município, Anal. = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S. = Reboamento, Q. = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.Elet. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

Nº	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas			Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/s	C.E.M.	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E	Perf.		Revest.	Alt.(m)											
139	B			Distrito Industrial	CPRM	9195060	462850	27/07/83	8	0,35	248,00	2,50	15,00	12,50	55,00	4,40	40	6,8	Privado	Em uso	Irrigação	
140	C		AABB	AABB	SOEC	9200158	465334	34/09/78			75,00	29,00	35,00	6,00	11,31	1,89			Privado	Em uso	Múltiplos	
141	C		Agro-Co Ind.	Acimbel	DNCCS	9201018	466852	07/06/80		0,65	83,00	27,00	48,00	21,00	6,00	0,29			Privado	Em uso	Indústria	
142	C		Agro-Co Ind.	Acimbel	DNCCS	9200926	466822	15/02/80	6	0,85	33,00	6,00	8,00	2,00	7,00	3,50	90		Privado	Em uso	Indústria	
143	C		Agro-Co Ind.	Acimbel	SOEC	9200957	466822	02/07/81	6	0,35	85,00	15,70							Privado	Em uso	Indústria	
144	C		Aldegundes Matos	Paraíso	DNCCS	9199447	460667	06/04/81	5	0,40	34,10	9,00	10,00	1,00	0,80	0,80			Privado	Abandonado		
145	C		Aluísio M. Sobrinho	Horizonte Novo	DNCCS	9204025	464028	02/12/81	5	0,35	88,46	74,00	75,00	1,00	3,00	3,00			Privado	Abandonado		
146	C		Ant. Almira L.	Transp. Cruz	Agrosonda	9204361	461789	26/07/81	5	0,35	96,00	34,00	48,00	14,00	17,40	1,24			Privado	Em uso	Múltiplos	
147	C		Ant. Correia C.	St. Muriti	DNCCS	9197362	464924	16/08/84	5	0,80	40,00	20,00	21,00	1,00	10,20	10,20			Privado	Em uso	Múltiplos	
148	C		Ant. F. Alencar	Campo Alegre	Hidroalex	9202336	463795	13/08/79	5	0,44	71,00	6,70	25,40	18,70	7,10	0,38			Privado	Abandonado		
149	C		Ant. H. M. de Brito	St. Monte Alegre	Hidrorural	9202828	464681	15/08/81	6	0,40	54,00	6,00	6,00		50,00				Privado	Em uso	Múltiplos	
150	C		Ant. Nascimento	St. Grengreiro	DNCCS	9196500	461200	17/02/81			48,00	18,00	40,00	22,00	1,50	0,07	1080		Privado	Em uso	Múltiplos	
151	C		Ant. Prisão de B.	St. Juá	COCESA	9193953	463547	26/07/87	6	0,80	52,00	23,00			18,20				Privado	Em uso	Múltiplos	
152	C		Antenor	Batateira de Baixo	DNCCS	9202000	463800				41,50	8,00	10,00	2,00	8,00	4,00	360		Privado	Em uso	Múltiplos	
153	C		Antenor G. Souza	Batida do Bairro	DNCCS	9198850	464616	07/09/81	6	0,70	70,00	32,80	33,00	0,20	2,20	11,00			Privado	Abandonado		
154	C		Ariovaldo Carvalho	Faz. Romualdo	DNCCS	9190808	466432	17/10/80		0,70	37,50	13,00	17,00	4,00	5,00	1,25			Privado	Em uso	Múltiplos	
155	C		Ariovaldo Carvalho	Faz. Romualdo	DNCCS	9190454	466197	24/08/80			110,00	23,00							Privado	Em uso	Múltiplos	
156	C		Ariovaldo Carvalho	St. Romualdo	DNCCS	9191980	466830		6	0,20	38,00	18,00			8,00				Privado	Em uso	Múltiplos	
157	C		Arlindo Matias	St. Romualdo	Atalaia	9195552	466734	17/04/86	6	0,77	48,00	14,00							Privado	Em uso	Múltiplos	
158	C		Buriti	Arlindo B. Lopes	COCESP	9196284	460393	16/08/71	5	0,55	80,00	4,40	25,00	20,60	3,44	0,17			Privado	Abandonado		
159	C		C. Saúle S. Miguel	Sorte Grande	DNCCS	9202827	462956	20/09/84	6	0,68	50,00	27,00	29,00	2,00	6,00	3,00			Privado	Em uso	Múltiplos	
160	C		Caio A. Monteiro T.	Muriti	Agrosonda	9201665	468293	30/06/85		0,15	60,00	18,40			5,00				Privado	Em uso	Indústria	
161	C		Carlos H. Fontoura	Mamulengo	COCESA	9199362	466632	02/05/80	5	0,67	80,00	17,35	30,65	13,30	10,90	0,82			Privado	Em uso	Múltiplos	
162	C		Cerâmica Norguaza	Muriti	Agrosonda	9201060	466355	12/02/84	6	0,10	128,00	18,00	53,00	35,00	14,20	0,41			Privado	Em uso	Indústria	
163	C		Cesar Pinheiro Teles	St. Peruca	Agrosonda	9201510	467067	17/09/82	5	0,85	70,00	42,00	54,00	12,00	11,30	0,94			Privado	Em uso	Múltiplos	
164	C		Cia Atlantic	Muriti	Agrosonda	9201726	468814	23/07/83	6	0,25	60,00	12,00			7,00				Privado	Em uso	Múltiplos	
165	C		Col. Geo-Estudo	Col. Geo-Estudo	DNCCS	9199725	462622	05/01/28			82,00	51,00	76,00	25,00	2,20	0,09			Privado	Em uso	Múltiplos	
166	C		Colégio Agrícola	Colégio Agrícola	Hidrorural	9201060	467404	26/02/80			106,00	33,00	62,00	29,00	3,20	0,11			Privado	Em uso	Múltiplos	
167	C		Colégio Agrícola	Colégio Agrícola	Hidrorural	9203570	460880	07/04/85	6	0,31	102,00	29,06	31,05	1,99	4,32	2,17			Privado	Em uso	Múltiplos	
168	C		Colégio Agrícola	Colégio Agrícola	Hidrorural	9203600	460875	15/05/83	6	0,50	64,00	31,00	60,00	29,00	16,80	0,97			Privado	Em uso	Múltiplos	
169	C		Estação Rodoviária	Estação Rodoviária	SOEC	9200486	466086	08/11/74			80,00	18,00	24,00	6,00	17,60	2,53			Público	Em uso	Múltiplos	
170	C		F. N. S.	São José		9202263	465922		8	0,41	72,00				2,20		378		Público	Em uso	Múltiplos	
171	C		F.D.C.	Faz. Araçua	SOEC	9202824	469212	02/12/81	5	0,35	65,00	2,50	25,00	22,50	11,20	0,50			Privado	Em uso	Múltiplos	
172	C		Fabnc. Fortaleza	CE-095	Hidrocariri	9200800	467900	15/11/81			36,00	12,50	19,00	5,50	12,00	2,18	220		Privado	Em uso	Indústria	
173	C		Fco. Bismark Borges	Lameiro	DNCCS	9202950	461900	06/02/80	6	0,20	75,00	18,38			7,46				Privado	Em uso	Múltiplos	
174	C		Fco. Seabra Oliveira	St. Almecegas	CORNER	9202826	461944	09/04/81	6	0,50	64,00	29,50							Privado	Em uso	Múltiplos	
175	C		Fco. Seabra Oliveira		DNCCS	9202826	461944	09/04/81			80,00	12,00	18,00	6,00	3,00	0,50			Privado	Abandonado		
176	C		Filimon F. Teles	Faz. Filemon	SOEC	9203197	464612	24/06/74	5	0,35	80,00	10,30	20,00	9,70	22,80	2,33			Privado	Em uso	Múltiplos	
177	C		Floz. Nac. Araira	Serviço Florestal	DNCCS	9200462	462350	10/01/53	6	0,45	210,00	97,00	110,00	13,00	2,00	0,15			Privado	Em uso	Múltiplos	
178	C		Fund. P.e. Ibiadina	Fund. P.e. Ibiadina	DNCCS	9198200	462810	22/04/83			75,00	1,50	10,00	8,50	6,80	0,80			Público	Em uso	Múltiplos	
179	C		Gov. do Estado	Conj. Habitacional	Hidrocariri	9199975	467068	05/10/78	5	0,35	48,50	14,50	18,00	3,50	1,80	0,51			Público	Abandonado		
180	C		Gov. do Estado	Esc. Evilênio L.	SOEC	9199911	464707	28/06/77	6	0,80	80,00	32,00	68,00	26,00	8,80	0,34			Público	Em uso	Múltiplos	
181	C		Gov. do Estado	Ginas. Montenegro	SOEC	9199979	463633	21/03/76	5	0,66	38,40	11,60	17,50	5,90	11,30	1,92			Público	Abandonado		
182	C		Gov. do Estado	Grupo Esc. Garrido	SOEC	9199367	463235	11/05/77	5	0,50	72,00	14,00	26,00	12,00	18,40	1,53			Público	Abandonado		
183	C		Gov. do Estado	Guaribas	CONESP	9196257	464863	05/06/82	5	0,50	60,00	12,71	49,60	36,89	1,76	0,05			Público	Em uso	Múltiplos	
184	C		Gov. do Estado	Pqna. de Exposição	SOHIDRA	9197822	463390	07/11/76	5	0,35	80,00	26,00	32,00	6,00	13,20	2,20			Público	Abandonado		

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Físico-química, Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S = Rebabamento, Q = Vazão, Qs = Capacidade específica, C.E.M. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

Nº	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/s	C.E.M.	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E		Perf.	Revest.											
185	C		Grandene	Grandene	SOEC	9199803	452045	37/06/83	10	0,25	140,00						102	Privado	Em uso	Indústria	
186	C		Helena S. Teles	St. Lag. Encantada		9203405	457843		8	0,50	52,00	3,00	28,00	25,00	15,00	0,60		Privado	Em uso	Múltiplos	
187	C		Henrique Pinheiro T.	Mata S. Sebastião	Agrosonda	9206000	451389	02/03/81	5	0,44	80,00	7,00	17,00	10,00	8,00	0,60		Privado	Em uso	Múltiplos	
188	C		Hosp. Poo de Assis	Hosp. Poo de Assis	COCESP	9199865	453910	10/10/70	6	0,53	80,00	20,00	30,00	10,00	8,80	0,88		Privado	Em uso	Múltiplos	
189	C		Hosp. Mons. Rocha	Hosp. Mons. Rocha	DNCCS	9200065	455381	12/04/80	6	0,30	46,00	26,00	26,00	0,00	5,00			Privado	Em uso	Múltiplos	
190	C		José Alves Lopes	St. Romualdo	COCESA	9195982	466121	12/08/84	6	0,73	112,00	18,00					560	Privado	Em uso	Múltiplos	
191	C		José Ariosvaldo	Lameiro	DNCCS	9200770	463755	23/08/82	6	0,50	66,00	13,00	28,40	15,40	4,50	0,28		Privado	Em uso	Múltiplos	
192	C		José Landim	St. Grangeiro	DNCCS	9197500	452000	10/09/81	6		54,00	34,00	40,00	6,00	6,00	1,00	530	Privado	Em uso	Múltiplos	
193	C		José Mairto da S.	St. Almeogaa	Hidrocariri	9203408	461882	29/07/79	6	0,30	50,00	18,40	40,30	23,90	24,70	1,03		Privado	Em uso	Múltiplos	
194	C		José Mairto da S.	St. Almeogaa	SOEC	9203439	461850	17/04/82	6	0,25	55,00	18,90	36,70	17,80	7,60	0,43		Privado	Em uso	Múltiplos	
195	C		José Oliveira	Baixio da Palmeira	CONESP	9195062	457824	27/04/82	8	0,50	91,00	43,55	56,29	12,74	25,44	2,00		Privado	Em uso	Múltiplos	
196	C		José Taveiro S.	B. Muriú	Agrosonda	9200805	459030		8	0,25	98,00	38,00	54,00	16,00	17,50	1,09		Privado	Em uso	Múltiplos	
197	C		José Vanderley M.	Chocalho	SOEC	9202847	457771	16/10/77	6	0,45	72,00	12,40						Privado	Abandonado		
198	C		Laurency P. Peixão	Muriú	Agrosonda	9201113	459183	28/09/86	6	0,10	70,00	29,50	30,00	1,50	27,00	18,00		Privado	Em uso	Múltiplos	
199	C		Leonor L. Costa	Muriú Seco	DNCCS	9198193	456334	30/06/80	6	0,50	32,20	11,00	15,00	4,00	4,00	1,00		Privado	Em uso	Múltiplos	
200	C		Luiz G. do Amaral	Batateiras 2	Atalaia	9201078	455043	15/06/81	8	0,70	100,00	23,00	60,00	37,00	0,20	0,01		Privado	Em uso	Múltiplos	
201	C		Madre Ana Couto	B. do Pimenta	DNCCS	9197914	453886	15/06/84	6		58,00	22,50	25,00	2,50	5,00	2,00		Privado	Em uso	Múltiplos	
202	C		Moacir Vila L. Jr.	St. Palmeirinha	SOEC	9200063	453143	20/07/77	5	0,40	80,00	10,20	51,00	40,80	9,30	0,23		Privado	Em uso	Múltiplos	
203	C		Moisés Sebino L.	Campo Largo	Hidalex	9201474	461393	19/07/85	6	0,45	70,00	12,40	32,60	20,20	4,90	0,24		Privado	Em uso	Múltiplos	
204	C		Muriú Seco	Leonor L. Costa	DNCCS	9198183	456334	30/06/80	6	0,50	82,20	11,00	15,00	4,00	4,00	1,00		Privado	Em uso	Múltiplos	
205	C		Nonato Roberval F.	Brjo Grande	DNCCS	9202278	457097	29/12/80	6	0,50	62,00	45,00					70	Privado	Abandonado		
206	C		Oswaldo Brito	Sede	DNCCS	9199000	452700	14/02/76			66,50	46,50	47,00	0,50	5,00	10,00		Privado	Em uso	Múltiplos	
207	C		Pedro Felício	Baixio do Oiti	Atalaia	9193888	458688	10/05/80	6	0,10	88,60	22,75						Privado	Em uso	Múltiplos	
208	C		PETROBRAS	Muriú	Hidrocariri	9201900	459221	14/01/83	6	0,30	52,50	10,50	17,50	7,00	8,00	1,14		Privado	Em uso	Múltiplos	
209	C		Prefeitura	AABB	Hidrorural	9201478	455533	23/07/82	6	0,45	84,00	31,00	33,00	2,00	12,00	6,00		Público	Em uso	Múltiplos	
210	C		Prefeitura	Alencar Aquino	DNCCS	9200433	454001	12/04/79	5	0,65	50,00	18,50	20,00	1,50	10,00	6,67		Público	Em uso	Múltiplos	
211	C		Prefeitura	Alto do Seminário	T. JANER	9201354	454460	09/08/72	5	0,48	158,00	80,00	70,00	10,00	7,00	0,70		Público	Abandonado		
212	C		Prefeitura	B. Branco	Hidrorural	9201171	455350	06/06/88	5	0,80	84,00	58,00	70,00	12,00	18,50	1,54		Público	Abandonado	Múltiplos	
213	C		Prefeitura	B. Vila Alta	SOEC	9201047	454787	12/06/83	6	0,70	80,00	21,00	44,00	23,00	15,80	0,69		Público	Abandonado		
214	C		Prefeitura	Baixio Muquem	SOEC	9201509	456348	13/06/75	5	0,85	82,00	53,00	81,00	8,00	3,30	0,41		Público	Abandonado		
215	C		Prefeitura	Casa Popular	T. JANER	9201140	455718	15/11/85	6	0,44	162,00	82,00	120,00	38,00	25,00	0,86		Público	Abandonado	Múltiplos	
216	C		Prefeitura	Cerâmica Lot.	SOEC	9201479	456331	03/09/83	5	0,35	108,00	12,70	20,60	7,90	2,60	0,33		Público	Abandonado		
217	C		Prefeitura	Deleg. de Saúde	SOEC	9199357	453757	06/05/73			97,00	42,00	47,00	5,00	10,58	2,11		Público	Em uso	Múltiplos	
218	C		Prefeitura	Dom Quintino	DNCCS	9199575	456516	10/07/53	6	0,55	101,00	75,00	80,00	5,00	1,80	0,36		Público	Abandonado		
219	C		Prefeitura	Imbiribeiras	CONESP	9199836	458118	23/01/82	5	0,70	186,00	12,60	129,73	117,13	3,77	0,03		Público	Abandonado		
220	C		Prefeitura	Jardim Novo	DNCCS	9202278	456821	29/11/80	6	0,80	52,00	40,00	44,00	4,00	3,00	0,75		Público	Abandonado		
221	C		Prefeitura	Lameiro	DNCCS	9200709	453909	04/07/80	5	0,35	80,00	19,00	33,00	14,00	5,00	0,36		Público	Em uso	Múltiplos	
222	C		Prefeitura	Lavanderia Pública	Hidrocariri	9198838	456210	04/12/73	5	0,55	95,00	14,50	45,00	30,50	8,00	0,26		Público	Abandonado		
223	C		Prefeitura	Matad. Municipal	SOEC	9198111	452622	13/03/78	6	0,40	80,00	58,00	64,00	8,00	0,80	0,13		Público	Abandonado	Múltiplos	
224	C		Prefeitura	Mercado Central	SCHIDRA	9200556	454890				80,00	4,50	15,00	10,50	22,60	2,16		Público	Abandonado	Múltiplos	
225	C		Prefeitura	Pça. Ant. Esmeraldo	SOEC	9200801	454307	10/07/83	6	0,35	120,00	31,00	86,00	55,00	17,50	0,32		Público	Abandonado		
226	C		Prefeitura	Pinto Madeira	SOEC	9202830	455575	02/08/75	5	0,85	85,00	43,20	50,00	6,80	8,80	1,29	940	Público	Abandonado		
227	C		Prefeitura	Posto Fiscal	SOEC	9195738	458329	04/10/83	6	0,50	114,00	43,50	55,00	11,50	10,50	0,91		Público	Abandonado		
228	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	CONESP	9197300	453390	22/05/82	5	0,50	71,00	29,30	46,53	17,23	5,14	0,30		Público	Abandonado		
229	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	CONESP	9197822	453190	29/11/81	5	0,50	70,00	24,40	35,00	10,60	52,80	4,98		Público	Abandonado		
230	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	SOEC	9201608	454388	13/06/83	5	0,58	82,30	19,20	25,00	5,80	14,40	2,48		Público	Abandonado		

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S = Rebacamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.E.M. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

N.º	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/s	C.Emt.	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E		Revest.	Alt.(m)											
231	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	SOEC	9199327	454462	02/07/83	6	0,70	110,00	28,00	35,00	7,00	15,80	2,26			Público	Abandonado	
232	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	SOEC	9197820	453380	03/04/80	5	0,40	108,00	20,80	25,50	4,70	18,85	4,01			Público	Abandonado	
233	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	SOEC	9197800	453391	23/07/82	6	0,42		26,80	54,00	27,10	4,70	0,17			Público	Em uso	Múltiplos
234	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	SOEC	9197920	453390	02/08/77	5	0,40	80,00	10,00	32,00	22,00	5,80	0,26			Público	Em uso	Múltiplos
235	C		Prefeitura	Pque. de Exposição	SOEC	9198377	466180	27/06/79			72,00	26,00	44,00	18,00	11,30	0,63	250		Público	Em uso	Múltiplos
236	C		Prefeitura	São Raimundo	SOHIDRA	9203200	466139	18/10/74	5	0,85	80,00	8,50	13,00	4,50	22,80	5,02			Público	Abandonado	
237	C		Prefeitura	Sede	SOEC	9199368	464155	06/11/78	5	0,48	66,00	30,00	42,00	12,00	3,96	0,33			Público	Em uso	Múltiplos
238	C		Prefeitura	Sede/Praça Central	SOEC	9200060	464553	04/06/77	5	0,35	90,00	22,00	28,00	6,00	14,40	2,40			Público	Abandonado	
239	C		Prefeitura	Sede/Praça Central	SOEC	9200065	464550	12/06/79	6	0,85	80,00	20,00	25,00	5,00	17,60	3,52			Público	Abandonado	
240	C		Prefeitura	Sede/Praça Central	SOEC	9200065	464553	24/03/73	5	0,40	70,00	9,50	14,00	4,50	22,60	5,02			Público	Abandonado	
241	C		Prefeitura	Semi. S. Raimundo	SOEC	9199664	463634	03/09/77	5	0,55	72,00	8,70	15,00	6,30	18,85	2,99			Público	Em uso	Múltiplos
242	C		Prefeitura	St. Baixo Verde	Agrosonda	9205858	464018		6	0,18	76,00	24,00	35,00	11,00	19,80	1,80	150	5,2	Público	Em uso	Múltiplos
243	C		Prefeitura	St. Lameiro	SOEC	9201665	468937	12/09/78	5	0,55	63,00	46,00	49,00	3,00	1,20	0,40			Público	Abandonado	
244	C		Prefeitura	St. Santo Ant.	FSESP	9203320	465408	20/08/81	5	0,45	111,00	49,00	80,00	31,00	20,00	0,65			Público	Abandonado	
245	C		Prefeitura	Sta.Fé	CONESP	9201078	465012	30/05/75	8	0,86	90,00	40,00	78,00	38,00	0,20	0,01			Público	Em uso	Múltiplos
246	C		Prefeitura	Sta.Fé	DNOCS	9204119	465838	27/11/48	6	0,80	90,30	12,60			4,50				Público	Abandonado	Múltiplos
247	C		Prefeitura	Vila Alta	SOEC	9204800	461940	15/01/76	5	0,48	36,50	17,35	22,60	5,25	3,60	0,69			Público	Abandonado	
248	C		Prefeitura	Vila São Bento	COCESA	9202185	466898	15/02/72	6	0,50	80,00	11,10	25,00	13,90	4,70	0,34	170	6,2	Público	Abandonado	
249	C		Prefeitura	Vila São Gonçalo	CONESP	9204469	467892	15/12/81	6	0,80	90,00	33,11	43,88	10,57	33,00	3,12			Público	Abandonado	
250	C		Prefeitura	Muriti	DNOCS	9197424	464985	02/06/78	5	0,40	47,50	8,00	8,00	0,00	10,00				Público	Abandonado	
251	C		Prefeitura	St. Lameiro	DNOCS	9200739	463884	03/10/78	5	0,50	48,00	19,00	33,80	14,80	4,20	0,28			Público	Abandonado	Múltiplos
252	C		Prefeitura	Mimoso	SOEC	9202826	461944		6	0,80	74,00								Privado	Não instalado	
253	C		Res. Sta Terezinha	Res. Sta Terezinha	DNOCS	9198649	461672	20/04/78	6	1,00	67,00	25,30							Privado	Em uso	Múltiplos
254	C		Res. Sta Terezinha	Res. Sta Terezinha	FSESP	9198588	461764	18/11/85	6	0,80	70,00	28,45	49,00	22,55	7,43	0,33	130	5,1	Privado	Em uso	Múltiplos
255	C		Ricardo F. Carvalho	Matão	DNOCS	9198580	464003	14/02/76	5	0,35	50,00	26,00	48,00	22,00	2,50	0,11			Privado	Abandonado	
256	C		Ricardo F. Carvalho	Matão	DNOCS	9198529	464003	31/03/78	6	0,80	42,00	38,90	41,00	2,10	1,70	0,81			Privado	Abandonado	
257	C		Rita de Cássia R.	Granja Peixoto	DNOCS	9199942	464876	14/09/76	6	0,40	86,50	46,50	46,50		15,00				Privado	Em uso	Múltiplos
258	C		Rotary Club Crato	Rotary Club Crato	SOEC	9198261	462899	26/02/87	6	1,00	114,00	72,00	93,00	21,00	0,77	0,04			Privado	Em uso	Múltiplos
259	C		Rui Nolasco	Av. Pe Cícero	Hidrocariri	9201201	464614	13/06/77	5	0,56	70,00	34,00	38,00	4,00	9,80	2,40			Privado	Abandonado	
260	C		RVC	Estação Ferroviária	DNOCS	9199942	464798	20/08/36	6	0,20	42,50	16,80	21,00	4,20	3,00	0,71			Privado	Abandonado	
261	C		SAARC	Baixio	SOEC	9196046	467455		6	0,23	73,50								Público	Em uso	Múltiplos
262	C		SAARC	Baixio Muquem	SOEC	9198721	468573	21/11/79	6	0,30	82,00	16,40					280	6,4	Público	Em uso	Múltiplos
263	C		SAARC	Bateiteiras	FSESP	9201352	462820	09/11/82	6	1,00	100,70	23,63							Público	Em uso	Múltiplos
264	C		SAARC	Bateiteiras	T. JANER	9201566	462804	11/12/63	6	0,40	69,00	10,50	48,00	37,50	6,00	0,18			Público	Em uso	Múltiplos
265	C		SAARC	C. Novo Horizonte	Const. Leirno	9198438	465383	18/10/74	6	0,30	130,00	29,60							Público	Em uso	Múltiplos
266	C		SAARC	Conj. Mirandão	SOHIDRA	9199965	466184	15/08/97	6	0,50	82,00	10,60	22,00	11,40	19,20	1,68			Público	Em uso	Múltiplos
267	C		SAARC	Conj. R. Mirandão 1	SOHIDRA	9199882	466700	10/11/78	6	0,26	90,00	23,40	26,65	5,25	5,85	1,13	249	6,1	Público	Em uso	Múltiplos
268	C		SAARC	Est. Mirandão 2	FSESP	9200189	466606	19/11/91	6	0,81	90,00	4,50	16,50	12,00	58,20	4,85	270	7,0	Público	Em uso	Múltiplos
269	C		SAARC	Floresta Parq.	FSESP	9199406	463974	07/01/90	8	0,50	129,70	29,00	56,00	27,00	202,30	7,46	202	7,1	Público	Em uso	Múltiplos
270	C		SAARC	Muriti1	Hidrocariri	9201787	466890	14/01/83	6	0,29	80,00	10,50	17,50	7,00	26,00	3,71			Público	Em uso	Múltiplos
271	C		SAARC	Muriti2		9200662	467721		6	0,08					100,00				Público	Em uso	Múltiplos
272	C		SAARC	Muriti3		9200581	467633		10	0,30	118,00						213	8,0	Público	Em uso	Múltiplos
273	C		SAARC	Pque. de Exposição	DNOCS	9199885	464815	13/09/81	6	0,55	84,50	12,00	33,80	21,80	19,00	0,87			Público	Em uso	Múltiplos
274	C		SAARC	Pque. de Exposição	FSESP	9199757	464584	10/11/81	6	0,95	121,20	25,70	54,00	28,30	230,00	8,13			Público	Em uso	Múltiplos
275	C		SAARC	São Raimundo I	FSESP	9200984	463080	06/09/90	8	0,70	130,00	12,50	28,00	15,50	250,00	16,13	184	7,7	Público	Em uso	Múltiplos
276	C		SAARC	São Raimundo II	FSESP	9201046	462896	29/09/89	6	0,95	125,70	13,00	24,30	11,30	300,00	26,55	140	6,5	Público	Em uso	Múltiplos

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S = Rebabamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.Emt. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

N.º	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/s	C.E.Mt.	pH	Tipo	Situação	Uso	
						N	E		Perf.	Revest.												Alt.(m)
277	C		SAAEC	St. Sta. Rosa		9197519	461176		6	0,23									Público	Em uso	Múltiplos	
278	C		SAAEC	Vila Alta	FSESP	9201355	465043	06/09/81	6	0,36	91,00	8,30			11,20				Público	Em uso	Múltiplos	
279	C		SAAEC	Vila Alta	FSESP	9201355	465411	23/06/89	8	0,45	85,50	19,70	34,00	14,30	26,00	1,82			Público	Em uso	Múltiplos	
280	C	**	SAAEC	Vila Alta	FSESP	9201540	464307	20/11/82	6	0,80	87,00	23,50	32,80	9,30	200,00	21,51	259	7,9	Público	Em uso	Múltiplos	
281	C		SAAEC	Vila Alta	SOEC	9201293	465043	24/08/82	6	0,75	63,80	12,80							Público	Em uso	Múltiplos	
282	C		SAAEC	Vila Lobos	SOEC	9198591	465228		6	0,50	108,00	24,00	45,00	21,00	4,40	0,21			Público	Em uso	Múltiplos	
283	C		SENAI	São Miguel	Agrosonda	9201170	466163	20/09/89	6	0,35	80,00	23,00	38,00	15,00	37,00	2,47			Público	Em uso	Múltiplos	
284	C	*	Serrabela Mineração	Batasteiras		9201635	463297	19/07/95	6	0,45	100,00	11,80	18,44	6,64	20,00	3,01	185	6,1	Privado	Em uso	Indústria	
285	C		SESC	Cruz		9200979	465395	05/08/98	6		50,00								Privado	Não instalado		
286	C		SESI	São Miguel	EMPREC	9200912	466234	04/04/72	6	0,06	53,00	18,10	21,50	3,40	10,10	2,97			Privado	Abandonado		
287	C		SESI		DNOCS	9201300	466700	08/09/79	6		82,50	20,00	21,00	1,00	10,00	10,00	560		Privado	Em uso	Múltiplos	
288	C		Silvio M. Brito L.	Trav. Aurora	Hidralax	9201662	465694	28/03/77	6	0,80	160,00	48,00	70,00	22,00	6,00	0,27			Privado	Em uso	Múltiplos	
289	C		Sobral e Palácio	Muriti	Agrosonda	9201647	468780	10/03/91	4	0,25	60,00	20,00	32,00	12,00	35,00	2,92			Privado	Em uso	Múltiplos	
290	C		Solon Pinheiro T.	St. Batasteiras	Agrosonda	9201752	463080	27/10/84	6		48,00	6,80	10,00	3,10	6,00	1,94			Privado	Em uso	Múltiplos	
291	C		Solon Pinheiro T.	St. Batasteiras	FSESP	9201752	462896	05/10/84	6	0,40	81,24	11,80	38,50	26,70	6,45	0,24			Privado	Em uso	Múltiplos	
292	C		St. Lagos Grande	St. Lagos Grande	Agrosonda	9198527	462347	02/07/81	6	0,70	83,00	13,00	33,70	20,70	3,80	0,18			Privado	Em uso	Múltiplos	
293	C		SAAEC	Vila São Francisco		9206000	464792		6	0,07	67,40								Público	Em uso	Múltiplos	
294	C		St. Romualdo	Aziouvaldo		9192380	466852	04/06/84	6	0,30	38,00				60,00				Privado	Em uso	Múltiplos	
295	C		Tênis Clube	Tênis Clube	SOEC	9200280	464788	23/10/78	6	0,50	54,00	23,80	29,00	5,20	8,00	1,54	110		Privado	Em uso	Múltiplos	
296	C		Texaco-Escritório	Muriti	SOEC	9201573	468876	10/10/90	6	0,87	60,00	34,90			23,00				Privado	Em uso	Múltiplos	
297	C		Transp. São Jorge	Muriti		9201713	468772		6	0,04	60,00	15,00	30,00	15,00	35,00	2,33			Privado	Em uso	Múltiplos	
298	C		URCA	Reitoria	SOHIDRA	9199480	463910	06/04/80	6	0,20	60,00	24,00	28,00	5,00	9,90	1,98	110		Privado	Em uso	Múltiplos	
299	C		Wilson Bezerra T.	Baixio	Atalaia	9198075	467885	21/07/82	6	0,35	73,50	15,40							Privado	Em uso	Múltiplos	
300	C			Alto da Penha	SOEC	9198758	465269	11/10/75	6	0,35	85,00	18,50	32,50	14,00	17,80	1,26						
301	C			Batasteira	Atalaia	9201048	465268	19/01/78	6	0,46	80,00	24,00	38,00	14,00	26,00	1,79						
302	C			Campo Alegre	DNOCS	9202428	463846	05/08/78	6	0,45	68,80	32,70	45,00	12,30	3,60	0,29						
303	C			Maciú	DNOCS	9200535	464123	26/06/79	6	0,50	80,00	17,00	47,00	30,00	5,00	0,17				Abandonado		
304	C			Monte Alverno	Agrosonda	9200955	464982	06/08/80	5	0,55	70,00	29,00	30,00	1,00	5,00	5,00						
305	C			R. Cel. José Maia	CONESP	9201601	465380	22/10/81	6	0,58	100,00	22,00	48,00	26,00	24,00	0,92						
306	C			St. Almecegas	Hidronal	9203593	460870	19/03/78	6	0,45	56,00	38,00	47,00	9,00	0,20	0,02				Abandonado		
307	C			St. Cariri	SOHIDRA	9199847	461702	12/08/88	5	0,70	57,00	28,00	38,00	10,00	8,00	0,80				Abandonado		
308	C			St. Granjeiro	DNOCS	9198181	465138	31/07/84	6	0,50	56,00	43,00	44,00	1,00	8,00	8,00						
309	C			St. Milagres	SOHIDRA	9200894	465380	29/07/78	6	0,45	40,00	22,00	31,80	9,90	4,20	0,42				Abandonado		
310	C			Trav. Nova Olinda	Agrosonda	9201294	465666	24/12/86	6	0,72	100,00	48,00	68,00	20,00	6,00	0,30						
311	C			Vila Guaraní	Atalaia	9201048	464920		6	0,75	48,00	40,00	42,00	2,00	1,50	0,76						
312	C			Vila Pe Cioero	Atalaia	9201140	464920	01/02/74	6	0,52	98,00	28,00	38,00	10,00	10,00	1,00						
313	C			Vila Pe Cioero	CONESP	9200744	469521	31/03/82	6	0,42	72,00	29,71	39,72	10,01	10,15	1,01	60	5,3				
314	J		Acelino M. Figueroa	R.C. Pedraes-78	Hidrocariri	9199274	463999	15/08/83	6	0,30	60,00	15,30	40,00	24,70	10,50	0,43				Privado	Abandonado	
315	J		Ademir Mota F.	Chac. N. Horizonte	Atalaia	9200502	463937	06/11/82	6	0,56	60,00	22,00	35,00	13,00	14,00	1,06				Privado	Abandonado	
316	J		Adiel S. dos Santos	ARETUZA	DNOCS	9205111	467460	16/04/77	6	0,55	112,00	16,40	32,80	16,40	7,20	0,44				Privado	Abandonado	
317	J	*	Alacoque B. da Silva	Faz. Angico	SOEC	9205359	471232	18/03/77	6	0,50	60,00	37,95	38,90	0,95	13,90	14,63	89	6,5		Privado	Em uso	Múltiplos
318	J		Aluísio F. Dutra	R. A. Passos	Hidrocariri	9199798	464244	17/11/77	5	0,20	61,00	17,00	42,00	25,00	5,00	0,20				Privado	Abandonado	
319	J		Aluísio M. Asdrubal	St. Espinho 2	Hidronal	9200905	470284	15/09/75	5	0,30	110,00	20,40	41,00	20,80	12,35	0,60				Privado	Abandonado	
320	J		Aluísio Nuteis	Faz. Massapé	CONESP	9202746	467186	20/03/82	5	0,30	80,00	21,78	59,65	37,89	8,00	0,21	1093			Privado	Em uso	Irrigação
321	J		André Levedo I.	Imijuno-Artefato	DNOCS	9201147	464650	16/09/81	6	0,35	84,00	43,00	55,00	12,00	8,80	0,73				Privado	Em uso	Múltiplos
322	J		Ant. A. Lemos	Cur. Sto. Agostinho	Agrosonda	9201150	464426	12/09/88	6	0,30	86,00	14,00	44,00	30,00	10,80	0,36				Privado	Em uso	Múltiplos

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S = Rebaxamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.E.Mt. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

Nº	M	Anal.	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/s	C.E.M.	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E		Revest.	Alt.(m)											
323	J		Ant. Adailson Pereira	St. Carite		9205442	469108		6	0,14	88,00	13,00	35,00	22,00	48,00	2,19			Privado	Abandonado	
324	J		Ant. Agostinho Filho	Lagoa Seca		9199388	464816	25/10/95			92,00	42,00	52,00	10,00	15,00	1,50			Privado	Abandonado	
325	J		Ant. C. Fernandes	Faz. Betânia	Hydrocariri	9204067	468460	06/05/79	6	0,30	106,00	12,80	54,70	42,10	5,50	0,13			Privado	Em uso	Múltiplos
326	J		Ant. Duarte	Sede		9199472	465080	06/08/87			100,00				31,70			Privado	Abandonado		
327	J		Ant. Duarte Melo	R. Frei Damião-420	Agrosenda	9202406	464181	10/01/79	8	0,40	100,00	30,90	81,50	50,60	14,50	0,28			Privado	Abandonado	
328	J		Ant. J. Silvino	St. Baixio	Hidralex	9199829	467801	22/07/78	5	0,85	70,00	18,25	31,40	13,15	3,90	0,30			Privado	Abandonado	
329	J		Ant. José Felipe	St. Espinho		9197284	464192	10/11/84			0,38	78,00	18,00	31,80	13,80	5,80	0,42		Privado	Abandonado	
330	J		Ant. R. Farias	R.da Saúde. 316	Hydrocariri	9199857	464182	13/06/76	6	0,35	50,00	20,50	37,20	16,70	14,40	0,86			Privado	Em uso	Múltiplos
331	J		Ant. Soares D.	B. dos Americanos	SOEC	9203113	465223	12/01/78	6	0,65	80,00	37,00	44,00	7,00	0,40	0,08			Privado	Abandonado	
332	J		APAE	APAE	DNOCS	9203000	464119	24/11/88	5	0,38	78,00	28,40	33,75	7,35	9,80	1,31			Público	Abandonado	
333	J		APAE	APAE	DNOCS	9203051	464118	10/12/88	5	0,45	120,00	18,90	26,20	7,30	11,30	1,55			Público	Abandonado	
334	J		APAE	APAE	SOEC	9201453	463200	08/07/81	8	0,20	108,00	67,00	75,00	8,00	4,40	0,55			Público	Abandonado	
335	J		APUC	APUC	CONESP	9199150	462928	24/03/82	6	0,40	78,00	9,18	26,21	17,05	18,50	1,09			Privado	Em uso	Múltiplos
336	J		Arlene dos S. Silva	Aeroporto		9202574	468136	03/11/92	6	0,05	92,00	11,00	18,00	7,00	20,00	2,86			Privado	Em uso	Múltiplos
337	J		Arlindo M. da Silva	AUTOVALE		9201077	462976		6	0,16	100,00	50,00	64,00	14,00	20,00	1,43			Privado	Em uso	Múltiplos
338	J		Azilindo Pociano C.	Padre Cícero	COCESA	9200904	467800	13/08/83	5	0,40	80,00	50,00	68,00	8,00	0,10	0,01			Privado	Abandonado	
339	J		Artelê Carriense	Distrito Industrial	Hidralex	9199641	462741	19/05/81	6	0,35	120,00	62,00	78,00	16,00	3,30	0,21			Privado	Abandonado	
340	J		Artur Calindo B. Jr.	Av. V. Tavora-560	Hydrocariri	9201423	464028	06/09/77	6	0,30	83,00	21,70	43,40	21,70	4,80	0,22			Privado	Em uso	Múltiplos
341	J		Artur P. Salgado	Faz. Logradouro	DNOCS	9203880	463505	14/02/73	6	0,35	80,00	21,70	44,50	22,80	5,00	0,22			Privado	Em uso	Múltiplos
342	J		Ateneu S. Pinto	R. D. Lopes. 94	Hydrocariri	9199581	463784	03/08/80	6	0,35	77,00	24,00	48,70	24,70	9,00	0,36			Privado	Em uso	Indústria
343	J		Avelino B. Monteiro	Curt. Sta Rosa	DNOCS	9199865	462221	10/12/73	5	0,20	46,00	26,00	39,00	13,00	5,00	0,38			Privado	Em uso	Múltiplos
344	J		Bosco	Malvas		9203746	466752	09/08/86	6		60,00	5,00	30,00	25,00	224,00	8,96			Privado	Em uso	Múltiplos
345	J		CAGECE	Aeroporto		9202623	469648		12	0,30	210,00				120,00		585		Público	Em uso	Múltiplos
346	J	**	CAGECE	Horto		9204226	464169		6	0,50	144,00	0,30	36,66	36,38	132,00	3,63	539	8,1	Público	Em uso	Múltiplos
347	J		CAGECE	Lagoa Seca 1	CORNER	9199213	464796	10/08/85	10	0,80	227,00	34,60	40,38	5,78	48,00	8,30			Público	Em uso	Múltiplos
348	J		CAGECE	Lagoa Seca 2	CORNER	9199427	463815	01/09/85	10	0,90	118,00	12,33	23,26	10,93	59,41	5,44			Público	Em uso	Múltiplos
349	J		CAGECE	Lagoa Seca 3	CORNER	9199643	464704	23/08/85	10	0,85	116,00	17,91	23,22	5,91	63,80	10,80			Público	Em uso	Múltiplos
350	J		CAGECE	Lagoa Seca 4	CORNER	9199243	463416	11/09/85	10	0,85	112,00	10,53	20,44	9,91	66,00	6,86			Público	Em uso	Múltiplos
351	J		CAGECE	Lagoa Seca 5	CORNER	9199120	463907	30/10/85	10	0,85	140,00	14,66	28,78	14,22	88,00	8,18	190	6,3	Público	Em uso	Múltiplos
352	J		CAGECE	Lagoa Seca 6	CORNER	9198783	464183	17/09/85	10	0,90	132,00	15,41	25,26	9,85	113,00	11,47			Público	Em uso	Múltiplos
353	J	*	CAGECE	Lagoa Seca 7	CORNER	9199244	464888	30/11/85	10	0,85	126,00	1,39	13,06	11,87	214,00	18,34	170	6,3	Público	Em uso	Múltiplos
354	J		CAGECE	Lagoa Seca 8	CORNER	9199581	463815	15/10/85	10	0,85	170,00	8,86	20,42	11,58	158,40	13,70			Público	Em uso	Múltiplos
355	J		CAGECE	Lagoa Seca 9		9199622	464314		10	0,65	120,53	34,60	40,38	5,78	90,00	15,57			Público	Em uso	Múltiplos
356	J		CAGECE	Lagoa Seca 10		9199727	464329		10	0,45	91,00	10,53	20,44	9,91	180,00	18,16			Público	Em uso	Múltiplos
357	J	**	CAGECE	Pqae. Ecológico	CORNER	9199979	468905	14/11/85	10	0,75	155,00	4,71	13,91	9,20	198,00	21,52	134	7,2	Público	Em uso	Múltiplos
358	J		CAGECE	St. Macacos	CORNER	9201116	463906	18/06/76	9	0,90	140,00	2,50	45,00	42,50	100,00	2,35			Público	Em uso	Múltiplos
359	J	*	CAGECE	St. Macacos	CORNER	9201761	464028	11/07/76	9	0,90	160,00	4,80	37,80	33,00	100,00	3,03	220	6,2	Público	Em uso	Múltiplos
360	J		CAGECE	St. Macacos	CORNER	9202037	463690	05/08/76	9	0,95	184,00	1,00	55,00	54,00	100,00	1,85			Público	Em uso	Múltiplos
361	J		CAGECE	St. Macacos	CORNER	9201065	463906	18/09/76	9	0,95	130,00	1,60	27,63	26,03	120,00	4,61			Público	Em uso	Múltiplos
362	J		CAGECE	St. Macacos	CORNER	9200963	464335	23/08/76	9	0,95	150,00	7,68	27,25	19,57	120,00	6,13			Público	Em uso	Múltiplos
363	J		CAGECE	St. Macacos	CORNER	9201607	463752	16/07/76	9	0,80	200,00	2,85	25,42	22,57	144,00	6,38			Público	Em uso	Múltiplos
364	J		CAGECE	St. Macacos	CORNER	9200963	464642	27/06/76	9	0,85	152,00	1,42	38,86	37,44	150,00	4,01			Público	Em uso	Múltiplos
365	J	*	CAGECE	Timbaúba	CORNER	9200165	464520	10/10/85	10	0,80	210,00	15,87	43,80	28,03	47,00	1,68	230	6,3	Público	Em uso	Múltiplos
366	J		CAGECE	Timbaúba		9200194	466312		10	0,40	160,00	1,00	29,92	28,92	100,00	3,46			Público	Em uso	Múltiplos
367	J		CAGECE	Timbaúba		9200762	466039		10	0,45	116,00	4,80	21,62	16,82	110,00	6,54			Público	Em uso	Múltiplos
368	J	*	Cafuina S. Geraldo	Fonte Pe. Cícero		9201426	463602	27/11/94	6	0,50	143,00	36,26	39,69	3,44	13,00	3,78	195	5,3	Privado	Em uso	Indústria

M = Município, Anal. = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S = Rebaixamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.E.M. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

Nº	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data		Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	C	Q/s	C.Emt.	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E	Perf.	Revest.	Alt.(m)	(m)											
369	J		Cajuina S.Geraldo	Garage		9201364	463752			8	0,30	120,00	38,00	41,00	3,00	12,00	4,00					
370	J	**	Cajuina S.Geraldo	Sede		9201288	463748			6	0,20	98,00	41,00	46,00	4,00	16,00	4,00	112	7,0	Privado	Em uso	Múltiplos
371	J		Carlos Eduardo F.	R. do Arcoiris 222	Hidrocaritri	9199468	464213	23/05/83		5	0,40	80,00	41,80	48,00	6,50	18,00	2,77			Privado	Em uso	Indústria
372	J		Carlos Santiago F. B.	Sabiá	Atalaia	9203207	467482	26/11/88		7	0,70	72,00	14,70	31,46	16,75	8,80	0,51			Privado	Em uso	
373	J		Célio R. Cavalcanti	Av. V. Távora 20	Hidrocaritri	9200963	463936	10/04/80		6	0,35	80,00	13,00	37,00	24,00	18,10	0,63			Privado	Em uso	
374	J		Célio R. Ludolfo	St. São José	CONESP	9204897	469178	03/02/82		6	0,46	40,00	15,80	40,00	24,10	0,75	0,03			Privado	Abandonado	
375	J		CHESF	CHESF	DNOCS	9203511	463506	25/08/82		6	0,75	88,00	17,80	40,96	23,15	7,20	0,31			Privado	Abandonado	
376	J		CHESF	CHESF	DNOCS	9203511	463480	15/07/81		5	0,80	53,00	27,30	51,40	24,10	8,10	0,34			Privado	Abandonado	
377	J		Cia Alumar Veículos	Sede (CAVE)	COCESP	9201761	463813	16/08/79		6	0,30	78,00	25,00	32,00	7,00	17,80	2,51			Privado	Em uso	Múltiplos
378	J		Cia CIBRAZEM	CIBRAZEM	DNOCS	9201024	463752	13/08/79		6	0,30	50,00	27,00	36,00	9,00	4,50	0,50			Privado	Abandonado	
379	J		CILCA	CILCA	DNOCS	9201762	464580	08/03/72		5	0,30	78,00	30,00	56,00	26,00	10,00	0,38			Privado	Em uso	
380	J		Clóvis L. Pedrosa F.	B. Laranjeiras	Atalaia	9199212	464183	11/02/80		5	0,35	85,00	40,00	48,00	5,00	4,40	0,88			Privado	Abandonado	
381	J		COELCE	Clube	Hidrocaritri	9201270	464548	15/08/78		6	0,20	98,00	28,20	43,60	15,40	14,40	0,94			Privado	Em uso	Múltiplos
382	J		COELCE	COELCE	DNOCS	9202467	464119	13/06/78		6	0,40	86,00	29,50	40,60	11,10	4,00	0,36			Privado	Abandonado	
383	J		Col. dos Selesianos	Salesiano	T. JANER	9202344	463322	12/01/76		6	0,30	87,00	23,00	36,00	13,00	6,80	0,52			Privado	Em uso	Múltiplos
384	J		Com. Veio. Crajubar	Crajuina(Espinho)	DNOCS	9201607	463323	03/04/74		5	0,40	72,00	42,80	52,00	9,40	10,00	1,06	210	6,9	Privado	Em uso	Múltiplos
385	J		Cong. Franciscanos	Quadra Sto. Ant.	T. JANER	9202530	465346	12/04/77		5	0,50	60,00	23,00	30,00	7,00	6,50	0,93			Privado	Em uso	Múltiplos
386	J		Cong. Franciscanos	Sem. Franciscano	T. JANER	9202344	465346	01/02/78		6	0,50	80,00	18,00	44,00	26,00	9,60	0,37			Privado	Em uso	Múltiplos
387	J		Curume Pe. Cícero	Curt. Pe. Cícero	DNOCS	9201178	464850	13/02/73		5	0,50	90,00	16,00	47,80	31,80	10,00	0,31			Privado	Em uso	Indústria
388	J		Dario Viana de L.	Av. Humb. Bezerra	Hidrocaritri	9200901	464120	01/02/80		6	0,35	73,00	31,30	35,50	4,20	14,40	3,43			Privado	Em uso	
389	J		David M. Avilar	Av. V. Távora -710	Hidrocaritri	9201116	464058	10/07/84		6	0,30	80,00	19,80	33,20	13,80	10,00	0,74			Privado	Em uso	
390	J		Diocese do Crato	St. MacacoS	SOEC	9200073	465624	20/12/78		6	0,35	80,00	20,00	37,80	17,80	17,60	0,98			Privado	Em uso	
391	J		DNPM	B. Romeirão	CPRM	9200964	465347	08/07/83		8	0,70	170,00	51,83	89,42	37,59	15,00	0,40			Público	Em uso	
392	J		DNPM	Fab. Inboplaza	CPRM	9202744	464180	19/10/81		8	0,45	160,00	24,00	94,00	70,00	10,00	0,14			Público	Em uso	Indústria
393	J		Edmilson Cruz	Lagoa Seca		9199139	464750			6	0,20	80,00	15,00	35,00	20,00	46,00	2,25			Privado	Em uso	Múltiplos
394	J		Edmilson Goveia	Sede		9199072	464133			6	0,25	60,00	20,00	27,00	7,00	19,80	2,83			Privado	Em uso	Múltiplos
395	J		Eduardo Goveia	Lagoa Seca		9199540	463813			6	0,20	82,00	40,00	55,00	15,00	20,00	1,33	1140		Privado	Abandonado	
396	J		Eduardo Nélio C.	R. Frei Damião. 30	Hidrocaritri	9202468	464273	23/06/82		5	0,30	68,00	22,70	35,10	12,40	4,00	0,32			Privado	Abandonado	
397	J	*	Esc. Téc. Federal	Esc. Téc. Federal	TERRA Perf.	9199118	466114			8	0,50	350,00	44,50	72,00	37,50	0,00			Privado	Em uso	Múltiplos	
398	J		Foo Calv. Pintado	BOPII	Atalaia	9202529	463850	20/05/81		6	0,30	114,00	30,00	50,00	20,00	10,30	0,52			Privado	Em uso	Indústria
399	J		Foo de Assis S. Dias	St. Brejo Seco	Agrosonda	9201152	471051	13/03/86		8	0,45	54,00	25,00	30,00	5,00	5,30	1,08			Privado	Abandonado	
400	J		Foo Evandro Alencar	Av. Perimetral	Atalaia	9199737	467848	12/03/82		6	0,40	85,00	40,00	47,00	7,00	9,80	1,40			Privado	Em uso	
401	J		Foo Peixoto Nonato	R.Peixe	DNOCS	9202714	465883	05/08/73		6	0,85	80,00	23,00	35,00	12,00	4,50	0,38			Privado	Em uso	
402	J		Foo Segundo de Sá	Faz. Mangueira	Agrosonda	9205048	465191	17/07/79		6	0,45	80,00	6,00	14,00	8,00	0,20	0,00			Privado	Abandonado	
403	J		Foo. Alberto	Cha. Sta. Clara		9202328	463006			6	0,40	80,00	4,00	28,00	24,00	0,03			Privado	Abandonado		
404	J		Foo. Alves da Silva	Pque. Aerolândia		9202554	470168	03/11/89		6	0,40	64,00	23,00	35,00	12,00	22,60	1,88	284		Privado	Abandonado	
405	J		Foo. Marclio Peixoto	St. Touro	Agrosonda	9199402	467901	16/02/83		6	0,50	100,00	35,00	44,00	9,00			476		Privado	Abandonado	
406	J		Fund. Desp. Cariri	SRSI	SOEC	920192	464978	27/11/81		6	0,55	70,00	29,00	34,50	5,50	5,30	0,96			Público	Em uso	Múltiplos
407	J		Gov. do Estado	Esc. Adauto Bezerra	DNOCS	9200993	463936	17/08/81		6	0,35	90,00	25,30	51,90	26,60	6,70	0,26			Público	Abandonado	Múltiplos
408	J		Gov. do Estado	Esc. Camila Castro	Hidatex	9203635	465192	03/06/80		6	0,40	110,00	52,00	78,00	26,00	4,50	0,17			Público	Abandonado	
409	J		Gov. do Estado	Rodoviária antiga	Hidatex	9201363	464948	09/06/83		5	0,60	110,00	50,00	62,00	12,00	4,80	0,40			Público	Abandonado	
410	J		Gov. do Estado	Vila de Fátima	CONESP	9200072	463508	13/08/78		6	0,40	80,00	11,20	31,00	19,80	3,30	0,17			Público	Abandonado	
411	J		Gov. Federal	Posto INAMPS	Hidrorural	9202822	465285	10/12/84		6	0,40	100,00	24,00	57,00	33,00	5,00	0,16			Público	Abandonado	
412	J		Gutemberg V. dos S.	St. Touro		9199763	467588	04/03/95		8		23,00			0,00	4,00		188		Privado	Em uso	Múltiplos
413	J		Horácio Tasso D.	Av. Leão Sampaio	Hidrocaritri	9200072	464397	11/01/82		6	0,60	90,00	54,00	63,00	9,00	4,00	0,44			Privado	Abandonado	
414	J		Hugo Sma. de Fig.	Lagoa Seca		9198641	464432			6		84,00	18,00	28,00	12,00	42,00	3,50			Privado	Em uso	Múltiplos

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof = Profundidade, N.E = Nivel estático, N.D = Nivel dinâmico, S = Rebabamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.Emt = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

N.º	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	S	Q	Q/s	C.E.M.	pH	Tipo	Situação	Uso	
						N	E		Perf.	Revest.												Alt.(m)
416	J		INCOPESA	Ind. Papéis	Agrosonda	9203400	463505	04/08/80	5	0,80	139,00	30,00	51,00	21,00	15,00	0,71		Privado	Em uso	Indústria		
416	J		INCOPESA S/A	Av. Agricultor-276	Agrosonda	9203460	463510	10/11/80	8	0,25	110,00	10,00	51,00	41,00	17,30	0,42		Privado	Abandonado			
417	J		João de S. Menezes	St. Bela Vista	DNOCS	9206693	466048	07/08/74	5	0,30	85,00	16,00	38,00	22,00	5,00	0,23		Privado	Em uso			
418	J		João G. Sobrinho	Aeroporto	Agrosonda	9202440	469639	05/06/80	8	0,40	87,00	33,00	48,20	15,20	9,50	0,63	630	8,4	Privado	Em uso		
419	J		José Alves Marques	St. São José		9201100	461108		6	0,15	60,00						187		Privado	Em uso	Múltiplos	
420	J		José Eliseu Araújo	Granja Sta. Rosa		9201030	469581	06/08/95	6	0,19	100,00	13,00	52,00	39,00			1306		Privado	Em uso	Múltiplos	
421	J		José F. Neto	Faz. Boca das Cobras		9205700	465783		6	0,46	80,00	10,00	25,00	15,00			110		Privado	Em uso	Múltiplos	
422	J		José Fco. da Costa	B. Vermelho		9198824	461072		6	0,25	106,00				7,00			Privado	Em uso	Múltiplos		
423	J		José Humb. Militão	Ernesto Silva, 490	Hidrocariri	9199581	464060	21/03/83	6	0,50	85,00	23,00	52,80	29,80	14,40	0,48			Privado	Em uso		
424	J		José I. de Souza	Fab. Cajúna	Agrosonda	9201178	463814	20/05/82	8	0,80	92,00	36,00	42,00	6,00	10,00	1,67			Privado	Em uso		
425	J		José Pereira da S.	Lagoa Encatada	Agrosonda	9204216	461205	10/11/84	8	0,30	90,00	33,00	44,00	11,00	16,40	1,48			Privado	Em uso		
426	J		José Tavares L.	BOFIL	Atalaia	9202510	463874	29/04/86	6	0,20	110,00	30,00	50,00	20,00	10,00	0,50			Privado	Em uso	Indústria	
427	J		José Teotônio	Juazeiro		9200214	468327	10/08/95	6	0,12	40,00	5,00	15,00	9,00	12,50	1,39		277		Privado	Em uso	Múltiplos
428	J		José V. Neponuceno	Pedrinho	Hidrocariri	9205726	469463	07/03/80	5	0,40	111,00	15,50	50,00	34,50	18,00	0,52			Privado	Abandonado		
429	J		José Wilson M.	Faz. Mochila	SOEC	9201462	461288	09/10/77	6	0,40	60,00	12,60	33,80	21,20	8,60	0,40	245	6,8	Privado	Em uso		
430	J		Laureci Pereira P.	R. Leão XIII-270	Agrosonda	9199120	464183	19/09/81	8	0,30	80,00	29,80	38,00	8,20	17,30	2,11			Privado	Em uso		
431	J		Lázaro Fonteles L.	St. São José		9201112	461384		4	0,86	60,00						284		Privado	Em uso	Múltiplos	
432	J		Lourival R. Creveiro	St. Veado	Hidralex	9206388	469331	21/05/92	8	0,46	60,00	20,00	36,00	16,00	4,40	0,28			Privado	Abandonado		
433	J		Luiz Inácio C. S.	Vila Pedrinhos	SOEC	9202580	463353	01/09/77	5	0,55	80,00	13,00	62,00	48,00	0,88	0,02			Privado	Abandonado		
434	J		Luiz P. Santiago T.	St. Sabá	CONESP	9195099	466271	23/07/86	5	0,55	65,00	18,66	36,10	17,65	9,60	0,56			Privado	Em uso		
435	J		Luiz R. C. Sampaio	Café SIROL	DNOCS	9201885	464825	01/10/77	5	0,35	65,00	24,80	44,00	19,20	5,80	0,28			Privado	Em uso		
436	J		Manoel Serejo P.	Pereto	FRSP	9202901	469179	22/03/84	6	0,68	67,00	12,40	35,00	22,60	1,60	0,07			Privado	Abandonado		
437	J		Mário L. Nascimento	R. Astronautas 55	Hidrocariri	9199121	464551	22/03/82	5	0,30	73,00	30,50	42,70	12,20	14,40	1,18			Privado	Em uso	Múltiplos	
438	J		Mário P. dos Santos	B. Tiradentes	SOEC	9198921	467126	26/11/76	6	0,50	80,00	28,60	35,00	6,40	15,10	2,36			Privado	Em uso	Múltiplos	
439	J		Martias Sobrinho P.	PRÊMEN-C. Menores	SOEC	9204372	465038	31/01/76	6	0,30	85,00	46,80	57,60	10,80	15,20	1,41	240	7,8	Privado	Em uso	Múltiplos	
440	J		Memorial Pa. Cícero	Memorial Pa. Cícero		9204031	464680		6	0,40	80,00						107		Privado	Abandonado		
441	J		Meton S. de Alencar	Lagoa Seca		9199741	464544	10/08/98	5	0,30	60,00	24,10	37,80	13,70	4,50	0,33			Privado	Abandonado		
442	J		Miguel A. Souza	St. Porteira	DNOCS	9202128	461819	11/06/73	5	0,30	70,00	44,20	46,00	0,80	3,60	4,50			Privado	Abandonado		
443	J		Miguel Justino P.	Posto Texaco	SOEC	9201120	462870	28/12/76	8	0,55	70,00	44,20	46,00	0,80	3,60	4,50			Privado	Abandonado		
444	J		Milton R. de Melo	R. Luiz Mota, 77	Hidrocariri	9199121	464428	04/08/82	5	0,30	86,00	47,00	63,00	6,00	8,00	1,00			Privado	Abandonado		
445	J		Milton S. M. Costa	R. Odete - 114	Agrosonda	9203880	464640	26/08/88	5	0,45	64,00	18,00	33,00	17,00	19,80	1,15			Privado	Abandonado		
446	J		Mín. da Aeronáutica	Aeroclube	DNOCS	9202778	469333	10/06/74	5	0,30	60,00	13,50	24,40	10,90	6,00	0,55			Privado	Abandonado		
447	J		Mín. do Exército	Tiro de Guerra	DNOCS	9202580	463506	04/06/75	6	0,30	67,00	37,40	51,20	13,80	8,30	0,80			Privado	Em uso	Múltiplos	
448	J		Moisés B. Amorim	Pirajá II-St.	T. JANER	9199180	467565	13/07/82	6	0,85	77,00	34,80	58,70	23,90	6,10	0,28			Privado	Abandonado		
449	J		Onofre Pascoal L.	R. D. Pinto 560	Hidrocariri	9198783	464337	20/07/81	4	0,46	54,00	14,20	31,15	16,85	8,10	0,48			Privado	Em uso		
450	J		Ótica Sta. Isabel	Labr. Ótica Sta. Isabel		9201204	463442		6	0,12	80,00	39,00	56,00	17,00					Privado	Em uso	Múltiplos	
451	J		Parque das Flores	Cemitério	Hidrocariri	9202362	467237	07/04/84	6	0,12	80,00	27,60	37,20	9,80	8,00	0,83	202	7,1	Privado	Em uso	Múltiplos	
452	J		Paulo Araújo Silva	C. Saúde Sto Inácio	Agrosonda	9199274	463338	19/04/72	6	0,35	60,00	19,70	35,30	15,60	13,00	0,83			Privado	Em uso	Múltiplos	
453	J		Paulo José M. Filho	Av. Dr. Florio, 1123	Hidrocariri	9201239	464335	02/08/80	5	0,85	67,00	13,80	40,00	26,20	17,30	0,68			Privado	Em uso	Múltiplos	
454	J		Pedro H. Baltar	R. Tiradentes (620)	CONESP	9199961	467157	07/03/82	8	0,25	80,00	30,87	43,83	12,98	8,00	0,82			Privado	Em uso		
455	J		Pedro L. Domingues	St. Brejo Seco	Hidrocariri	9201489	471112	10/12/81	5	0,50	55,00	26,20	38,40	12,20	5,80	0,46			Privado	Abandonado		
456	J		Pedro L. Sabino	P. Vale do Cariri	CONESP	9201515	463813	15/01/82	8	0,65	90,00	42,52	48,73	6,21	16,00	2,58			Privado	Em uso		
457	J		Pedro L. Tibúrcio	Salgadinho 3	Hidralex	9204927	469865	10/08/83	5	0,20	66,00	12,00	28,60	16,60	10,00	0,80			Privado	Em uso		
458	J		Pedro Lopes da S.	St. Touro	DNOCS	9203664	462278	01/04/75	5	0,30	80,00	18,25	46,70	28,45	4,80	0,17	200	6,7	Privado	Abandonado		
459	J		Pita	Lagoa Seca		9198847	463833	29/05/89	8	0,35	60,00	15,00	25,00	10,00	30,00	3,00			Privado	Em uso	Múltiplos	
460	J		Pilino L. Astorga	IPLANOR	Agrosonda	9198867	463477	10/03/83	8	0,35	80,00	40,00	50,00	10,00	15,00	1,50			Privado	Em uso	Múltiplos	

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S = Rebaltamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.E.M. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

N.º	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data		Boca		Prof. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	S (m)	Q (m³/h)	Q/s (m³/h/m)	C.E.Mt. (uS/cm)	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E	Perf.	Revest.	Alt. (m)												
461	J		Polícia Militar	QG-Polícia Militar	SOEC	9202898	464886	04/12/73	6	0,40	80,00	55,00	64,00	9,00	3,00	0,33			Público	Abandonado		
462	J		Prefeitura	Amp.dos Romeiros	SOHIDRA	9204925	465191	04/12/84	5	0,45	72,00	12,50	37,50	25,00	6,10	0,24			Público	Abandonado		
463	J		Prefeitura	ASFACON		9203084	464788		6	0,21	24,00	19,00	21,00	2,00	4,00	2,00	387		Público	Em uso	Múltiplos	
464	J		Prefeitura	B. João Cabral		9200498	464920		6	0,25	84,00	54,50	59,60	5,10	7,20	1,41			Público	Abandonado		
465	J		Prefeitura	B. Romeirão		9200770	464872		6		84,00	51,60	58,90	7,30	5,70	0,78	342		Público	Abandonado		
466	J		Prefeitura	B. Romeirão		9201275	465057		6	0,38	71,30	46,10	47,20	1,10	9,77	9,88			Público	Abandonado		
467	J		Prefeitura	B. Timbaúba	COCESP	9201638	462924	17/06/83	5	0,55	90,00	12,00	26,00	14,00	19,00	1,36			Público	Em uso	Múltiplos	
468	J		Prefeitura	B. Tiradentes		9199964	467060		6	0,10	77,00	39,00	40,00	1,00	5,00	5,00	82,4		Público	Abandonado		
469	J		Prefeitura	Belenzinho	DNOCS	9201424	465561	26/08/77	6	0,30	85,00	35,80	47,90	12,10	6,80	0,56			Público	Abandonado		
470	J		Prefeitura	Casas de Umari		9197094	460673	05/06/95	6	0,05		8,00	36,00	28,00	10,00	0,38	180		Público	Em uso	Múltiplos	
471	J		Prefeitura	Casas Populares	COCESP	9202346	465591	10/06/79	6	0,30	92,00	24,40	42,50	18,10	15,80	0,87			Público	Em uso	Múltiplos	
472	J		Prefeitura	Casas Populares	COCESP	9200749	466083	20/06/81	5	0,30	100,00	21,00	32,00	11,00	18,80	1,69			Público	Em uso	Múltiplos	
473	J		Prefeitura	Colégio Municipal	Hidralex	9201025	466438	22/05/92	6	0,30	72,00	17,00	45,00	28,00	8,30	0,30			Público	Abandonado		
474	J		Prefeitura	Colina do Horto	DNOCS	9205415	464087	08/12/75	5	0,60	80,00	32,00	52,00	20,00	5,00	0,25			Público	Abandonado		
475	J		Prefeitura	Esc. José Geraldo	DNOCS	9201516	464243	10/01/76	6	0,50	55,00	23,20	33,50	10,30	5,00	0,48			Público	Em uso	Múltiplos	
476	J		Prefeitura	Frig. Industrial		9201937	461710		6	0,08	36,00						387		Público	Em uso	Múltiplos	
477	J		Prefeitura	Frig. Municipal	SOEC	9201697	460746	22/07/77	6	0,30	80,00	30,15	35,30	5,15	16,50	3,20			Público	Abandonado		
478	J		Prefeitura	Grupo Esc. Malucas	SOEC	9201118	466083	20/02/76	6	0,46	80,00	17,40	31,00	13,60	13,80	1,00			Público	Abandonado	Múltiplos	
479	J		Prefeitura	Horto do Pe Cicero	T. JANER	9205784	463226	10/05/77	6	0,35	78,00	19,50	42,00	22,50	4,00	0,18			Público	Abandonado		
480	J		Prefeitura	Lagoa da Franciscana	DNOCS	9201485	464212	14/10/77	5	0,25	70,00	30,00	42,00	12,00	6,00	0,50			Público	Abandonado		
481	J		Prefeitura	Lagoa Seca	Agrosonda	9202744	464426	10/03/76	6		78,00	25,00	36,00	11,00	0,20	0,02			Público	Abandonado		
482	J		Prefeitura	Lagoa Seca	Hidrocariri	9199212	463416	24/08/81	6	0,65	68,00	20,50	34,00	13,50	16,00	1,19			Público	Abandonado		
483	J		Prefeitura	Lagoa Seca	Hidrocariri	9200134	465041	19/06/85	6	0,80	62,00	21,10	33,50	12,40	17,00	1,37			Público	Abandonado		
484	J		Prefeitura	Lagoa Seca	Hidrocariri	9199335	463508	10/10/84	6	0,50	50,00	12,50	26,80	14,30	18,00	1,26			Público	Abandonado		
485	J		Prefeitura	Lagoa Seca	Hidrocariri	9198905	463968	08/11/82	6	0,55	63,00	14,00	27,00	13,00	16,00	1,38			Público	Abandonado		
486	J		Prefeitura	Matad. Público	SOEC	9201424	464948	06/10/77	6	0,35	100,00	43,00	55,00	12,00	10,80	0,90			Público	Abandonado		
487	J		Prefeitura	Piraja	DNOCS	9201364	467340	03/03/78	5	0,40	85,00	55,00	68,00	13,00	6,00	0,46			Público	Abandonado		
488	J		Prefeitura	Piraja Clube	T. JANER	9201426	467432	26/10/77	5	0,40	84,00	42,00	60,00	18,00	4,60	0,26			Público	Abandonado		
489	J		Prefeitura	Pque. Ant. Vieira		9198536	462204		6	0,44	150,00	28,30	30,10	1,80	7,20	3,00	105		Público	Abandonado		
490	J		Prefeitura	Pque. Ant. Vieira		9201666	463147		6	0,44	70,00	28,30	30,10	1,80	7,20	4,00			Público	Em uso	Múltiplos	
491	J		Prefeitura	Pque. da Vaquejada	CONESP	9199521	466084	16/03/82	8	0,50	130,00	48,74	66,14	17,40	16,00	0,92			Público	Em uso	Múltiplos	
492	J		Prefeitura	Pque. N. Horizonte	DNOCS	9200594	463323	20/03/86	6	0,35	70,00	25,00	50,00	25,00	12,00	0,48			Público	Abandonado	Múltiplos	
493	J		Prefeitura	Pque. Tiradentes	SOEC	9200136	467341	14/08/73	6	0,30	90,00	32,50	41,30	8,80	5,00	0,57			Público	Abandonado	Múltiplos	
494	J		Prefeitura	Pque. Vaq. Pe. Cicero		9199332	466838		6	0,14	30,00						528		Público	Em uso	Múltiplos	
495	J		Prefeitura	Prq. da Matriz		9204253	465070		6		22,00	2,20	10,30	8,10	0,68	0,08	198		Público	Abandonado		
496	J		Prefeitura	Prq. Viana	DNOCS	9201065	464120	12/10/80	6	0,40	50,00	37,00	40,00	3,00	2,00	0,67			Público	Abandonado		
497	J		Prefeitura	São Miguel	DNOCS	9201669	464028	20/06/77	5	0,20	98,00	20,00	41,70	21,70	10,20	0,47			Público	Abandonado		
498	J		Prefeitura	St. Amaro Coelho		9197901	464364		6	0,26	101,88						207		Público	Abandonado		
499	J		Prefeitura	St. Bernolândia		9200588	468801		6	0,12	65,50	42,80	47,30	4,70	5,50	1,17	172		Público	Em uso	Múltiplos	
500	J		Prefeitura	St. Logradouro		9203042	462443	06/07/88	10	0,16	200,00								Público	Abandonado		
501	J		Prefeitura	St. São José		9201045	461033	03/07/83	6	0,12	120,00	8,00	12,00	4,00	25,00	6,25			Público	Abandonado		
502	J		Prefeitura	St. Sto Antonio		9205826	470370		6	0,21	65,00				4,00		133		Público	Em uso	Múltiplos	
503	J		Prefeitura	St. Tiradentes		9200464	468959	06/09/84	6	0,18	85,00				20,00		387		Público	Abandonado		
504	J		Prefeitura	St. Touro		9199665	467988		4	0,15									Público	Em uso	Múltiplos	
505	J		Prefeitura	Umari 1		9197196	460130		6	0,43	60,00				5,00		236		Público	Em uso	Múltiplos	
506	J		Prefeitura	Vila Caraté	Agrosonda	9203951	466602	30/08/78	6	0,35	70,00	24,70	47,90	23,20	13,40	0,58			Público	Em uso	Múltiplos	

M = Município, Anal = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nível estático, N.D. = Nível dinâmico, S = Retalhamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.E.Mt. = Condutividade elétrica

**APÊNDICE 1**  
**Catálogo Geral de Poços Tubulares**

N.º	M	Anal	Proprietário	Localidade	Executor	Coordenadas		Data	Boca		Prof.	N.E.	N.D.	B	Q	Q/s	C.E.M.	pH	Tipo	Situação	Uso
						N	E		Perf.	Revert.											
507	J		Prefeitura	Vila Palmeirinha	SOEC	9203821	467400	04/11/76	5		60,00	21,40	41,00	19,60	0,88	0,04			Público	Abandonado	
508	J		Prefeitura	Vila Raimundo T.	DNOCS	9203912	466326	22/02/86	6	0,30	80,00	24,46	37,10	12,65	12,50	0,89			Público		Múltiplos
509	J	**	Prt.Soc.Inf.do Cariri	Sede		9201914	465036	21/12/91			108,00	42,00	60,00	18,00	17,80	0,89	271	7,2	Privado	Em uso	Múltiplos
510	J		Prt.Soc.Inf.do Cariri	Sede		9203803	464632	08/09/85	6	0,05	80,00	12,00	24,00	12,00	200,00	16,67			Privado	Em uso	Múltiplos
511	J		Rdo Gama da S.	St. Chácara	DNOCS	9202286	468668	17/11/79	6	0,40	60,00	18,00	30,00	12,00	4,00	0,33			Privado	Abandonado	
512	J		Rdo. Sairava C.	Av. Leão Sampaio-514	Agrosonda	9199919	464366	15/08/76	8	0,30	94,00	23,70	54,00	30,30	18,40	0,61			Privado	Em uso	
513	J		Reinaldo A. Monteiro	Vila Sto Amaro	FSESP	9202408	467339	03/12/91	8	0,40	100,00	12,60	38,70	26,10	17,50	0,67			Privado	Em uso	
514	J		Ricardo Fontora P.	St. Canaveira	CONESP	9201209	464335	10/02/84	5	0,35	48,00	11,20	28,30	17,10	14,90	0,87			Privado	Em uso	
515	J		Ricardo S. Coelho	Umfc	Agrosonda	9203266	463996	10/10/82	8	1,00	156,00	16,30	50,20	33,80	18,20	0,54			Privado	Abandonado	
516	J		Rivaldo Costa S.	Salgadinho	Hidralex	9204681	468411	20/01/77	5	0,50	55,00	10,50	31,50	21,00	15,00	0,71			Privado		
517	J		Rivaldo Costa S.	Salgadinho II	Hidralex	9204659	468411	13/04/84	5	0,30	75,00	15,00	47,00	32,00	11,80	0,36			Privado	Abandonado	
518	J		Romulo Filgueira P.	COMPREC	DNOCS	9202836	463935	23/11/73	5	0,30	54,00	26,00	36,00	10,00	0,80	0,08			Privado	Abandonado	
519	J		Ronaldo Baborea L.	Vila Três Marias	SOEC	9205601	466326	27/07/73	8	0,30	80,00	15,30	47,00	31,70	4,00	0,13			Privado		
520	J		Ronaldo Cicero L.	R. Frei Damião. 70	Hidrocariri	9202345	464181	26/07/80	6	0,20	73,00	24,00	37,00	13,00	18,00	1,38			Privado		
521	J		Ronaldo P. Calogenas	R. Poti. 20-Triângulo	T. JANER	9201453	463231	15/03/83	5	0,20	88,00	35,00	52,00	17,00	7,30	0,43			Privado	Abandonado	
522	J		Rui N. de Melo	St. Belo Horizonte	DNOCS	9201669	463415	12/08/74	6	0,20	70,00	24,50	39,80	15,10	4,10	0,27			Privado	Abandonado	
523	J		Rui Pereira Lopes	Pe Cicero-Km3	Hidrocariri	9201299	461728	02/10/80	6	0,30	60,00	33,50	46,90	12,40	5,50	0,44			Privado	Abandonado	
524	J		S. Francis. Batista	C. do Seminário	DNOCS	9200932	464672	15/12/74	5	0,30	75,00	27,00	36,00	9,00	12,50	1,39			Privado	Abandonado	
525	J		S. O. Batista Cariri	S. O. Batista Cariri	DNOCS	9202130	464273	16/01/78	8	0,30	60,00	33,00	53,00	20,00	3,00	0,15			Privado	Abandonado	
526	J		Sandoval P. da Silva	R. Franciscano	Hidrocariri	9199120	463263	12/05/79	6	0,30	70,00	28,00	41,70	15,70	16,00	1,02			Privado		
527	J		São Poo de Assis	Sem. Franciscano	Hidralex	9202775	465039	20/03/83	6	0,30	85,00	28,00	76,00	60,00	8,00	0,18			Privado	Abandonado	
528	J		Sebastião Alves C.	St. Porteira	Hidrocariri	9202180	462187	09/03/78	5	0,30	48,00	13,00	32,00	19,00	18,00	0,95			Privado		
529	J		Sec.Planejamento	B. dos Americanos	SOEC	9203110	465223	08/06/78	5	0,75	77,00	55,00	62,00	7,00	1,20	0,17			Público	Abandonado	
530	J		Sec.Planejamento	B. Tiradentes	SOEC	9203605	466235	09/10/78	6	0,50	70,00	39,30	52,00	12,70	12,00	0,94			Público		Múltiplos
531	J		Sec.Planejamento	C. Social Pe Cicero	SOEC	9201065	464680	25/06/78	5	0,75	60,00	26,80	33,00	6,20	8,80	1,42			Público	Abandonado	
532	J		Sec.Planejamento	Faz. Sto Ant.	SOEC	9204651	468994	30/10/77	6	0,40	72,00	23,60	48,00	24,40	22,60	0,93			Público		Múltiplos
533	J		Sec.Planejamento	Soc. Professores	SOEC	9200810	464918	15/07/78	8	0,75	51,00	36,30	58,40	22,10	1,52	0,07			Público	Abandonado	
534	J		SENAI	SENAI- R.Leão XIII	Agrosonda	9203912	465181	26/02/86	8	0,30	102,00	58,00	62,00	4,00	1,40	0,35			Privado	Abandonado	
535	J		Sérgio Gurgel F.	St. Barro Branco	Agrosonda	9205990	466398	25/09/80	5	0,30	90,00	20,00	36,00	16,00	4,70	0,29			Privado	Abandonado	
536	J		SESC	SESC		9204194	465108	12/07/89	6	0,41	60,00	3,00	13,00	10,00	46,50	4,65			Privado	Em uso	Múltiplos
537	J		Severino G. Duarte	Faz. Betânia	DNOCS	9204060	468442	30/03/74	5	0,35	65,00	22,70	42,00	19,30	35,00	1,81			Privado		
538	J		Severino Pinto da S.	Av. V. Távora1340	Hidrocariri	9201239	464243	07/08/82	6	0,35	42,00	19,60	33,70	14,10	7,50	0,53			Privado		
539	J		Silvio Mota Castro	Pelo Sinal	FSESP	9203207	468106	18/11/81	5	0,40	65,00	15,80	36,40	20,60	7,40	0,36			Privado	Abandonado	
540	J		Singer do Brasil	Juazeiro		9201169	463205	03/08/88			103,00						91		Privado	Em uso	Indústria
541	J		Soc. Didier Auto Ltda	Pque. Triângulo	DNOCS	9200686	463201	16/07/77	8	0,45	75,00	20,00	43,80	23,80	12,10	0,51			Privado	Abandonado	
542	J		Ubaldo Alves Brito	Av. V. Távora1028	Hidrocariri	9201485	464304	23/05/82	6	0,40	48,00	26,30	38,70	12,40	9,00	0,73			Privado		
543	J		União F.F. E. Ceará	Sede	DNOCS	9202867	464886	28/04/86	6	0,30	80,00	41,00	48,00	7,00	6,00	0,66			Privado	Abandonado	
544	J		Verde Vale Hotel	Verde Vale Hotel		9199147	465908	30/10/85	6	0,32	120,00	35,00	43,00	8,00	40,00	5,00	127		Privado	Em uso	Múltiplos
545	J		Vitorino Pinto L.	St. Touro	Hidralex	9202591	465193	15/04/84	5	0,55	64,90	12,65	32,70	20,05	14,80	0,74			Privado		
546	J			B. Pio XII		9203012	466634		10	0,67	180,50	15,87	43,93	28,03	80,00	2,86				Não instalado	
547	J			Sede		9203938	465493				68,00	0,50	15,00	14,50						Em uso	
548	J	*		St. Salgadinho	SOEC	9205541	468472	17/09/77	6	0,30	72,00	20,90	41,00	20,10	9,30	0,46	237	7,6		Em uso	

M = Município, Anal. = Tipo de análise, \* = Físico-química, \*\* = Bacteriológica, Prof. = Profundidade, N.E. = Nivel estático, N.D. = Nivel dinâmico, S = Retrabamento, Q = Vazão, Q/s = Capacidade específica, C.E.M. = Condutividade elétrica