



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria dos Recursos Hídricos

**PROJETO DE MONITORAMENTO / GESTÃO DE
ÁGUA SUBTERRÂNEA DE MICRO-ÁREAS ESTRATÉGICAS DA
REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA**

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO

VOLUME IV

ATIVIDADE 3 – CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS ESTRATÉGICAS

Elaborado para:

*SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH – CE
Fortaleza – CE
Brasil*

Elaborado por:

*Consórcio GOLDER-PIVOT
Rua Leonardo Motta, 699
Fortaleza – CE
Brasil*

Distribuição:

01 Cópia - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SHR/CE
01 Cópia - Consórcio GOLDER PIVOT

Comissão Examinadora:

- Carlos Eduardo Sobreira Leite
- Walber Cordeiro
- Socorro Liduina Carvalho Costa
- Francisco Paula Pessoa de Andrade

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	1
2.	HISTÓRICO E ANTECEDENTES	1
2.1	FASE 1 - (1800 – 1900).....	1
2.2	FASE 2 - (1900 – 1960).....	2
2.3	FASE 3 - (1960 – 1990).....	2
2.4	FASE 4 - (1990 ATÉ O PRESENTE).....	2
3.	OBJETIVOS	3
4.	JUSTIFICATIVAS	3
5.	METODOLOGIA	4
6.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – MEIO FÍSICO	5
6.1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	5
6.2	CONTEXTO GEOLÓGICO / GEOTECTÔNICO.....	7
6.2.1	<i>Litoestratigrafia</i>	7
6.2.1.1	Complexo Granitóide-Migmatítico (p∈gr-mg).....	7
6.2.1.2	Complexo Gnáissico-Migmatítico (p∈gn-mg).....	8
6.2.1.3	Rochas Ígneas.....	9
6.2.1.3.1	Ultrabásitos (p∈ub).....	9
6.2.1.3.2	Granitos (p∈γ).....	10
6.2.1.3.3	Vulcânicas Alcalinas (T λ).....	11
6.2.1.4	Coberturas Cenozóicas.....	12
6.2.1.4.1	Formação Barreiras (Tb).....	12
6.2.1.4.2	Coberturas Colúvio-Eluviais (Tc).....	13
6.2.1.4.3	Paleodunas (Qpd).....	14
6.2.1.4.4	Dunas Recentes ou Móveis (Qd).....	14
6.2.1.4.5	Praias Recentes.....	15
6.2.1.4.6	Depósitos Flúvio-Aluvionares e de Mangues (Qa).....	16
6.2.2	<i>Arcabouço Estrutural</i>	17
6.3	HIDROGEOLOGIA.....	19
6.3.1	<i>Cristalino</i>	20
6.3.2	<i>Áreas Sedimentares</i>	20
6.4	HIDROLOGIA.....	21
6.4.1	<i>Distribuição das Precipitações</i>	21
6.4.2	<i>Evaporação</i>	25
6.4.3	<i>Evapotranspiração</i>	26
6.4.4	<i>Deficiência Hídrica x Excedente Hídrico</i>	26
6.5	CLIMATOLOGIA.....	27
6.5.1	<i>Circulação Atmosférica</i>	27
6.5.1.1	Os Alísios de SE.....	27
6.5.1.2	A Convergência Intertropical.....	27

	6.5.1.3 O Sistema Equatorial Amazônico.....	28
	6.5.1.4 A Frente Polar Antártica.....	28
	6.5.2 <i>Regime Pluviométrico</i>	28
	6.5.3 <i>Regime Térmico</i>	29
	6.5.4 <i>Umidade Relativa do Ar</i>	29
	6.5.5 <i>Insolação</i>	29
	6.5.6 <i>Nebulosidade</i>	30
	6.5.7 <i>Classificação Climática</i>	30
6.6	HIDROGRAFIA.....	31
	6.6.1 <i>Bacia do Curú</i>	31
	6.6.2 <i>Bacias Metropolitanas</i>	32
	6.6.2.1 <i>Bacia do Rio Pacoti</i>	32
	6.6.2.2 <i>Bacia do Rio Choró</i>	32
	6.6.2.3 <i>Bacia do Rio Pirangi</i>	33
	6.6.2.4 <i>Sistema Cocó/Coaçu</i>	33
	6.6.2.5 <i>Sistema Ceará/Maranguape</i>	34
	6.6.2.6 <i>Bacia do Rio São Gonçalo</i>	34
6.7	GEOMORFOLOGIA.....	35
	6.7.1 <i>Planície Litorânea</i>	35
	6.7.2 <i>Glacis Pré-Litorâneos</i>	37
	6.7.3 <i>Depressão Sertaneja</i>	37
	6.7.4 <i>Maciços Residuais</i>	38
6.8	SOLOS.....	38
	6.8.1 <i>Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico</i>	40
	6.8.2 <i>Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico</i>	41
	6.8.3 <i>Podzólico Vermelho Amarelo Álico</i>	41
	6.8.4 <i>Podzólico Acinzentado</i>	42
	6.8.5 <i>Areias Quartzosas Distróficas</i>	42
	6.8.6 <i>Areias Quartzosas Marinhas Distróficas</i>	42
	6.8.7 <i>Planossol e Planossol Solódico</i>	42
	6.8.8 <i>Solonetz Solodizado</i>	43
	6.8.9 <i>Solonchak Solonézico</i>	43
	6.8.10 <i>Solos indiscriminados de Mangue</i>	44
	6.8.11 <i>Solos Aluviais</i>	44
	6.8.12 <i>Bruno Não Cálcico</i>	45
	6.8.13 <i>Litólico Eutrófico e Distrófico</i>	45
	6.8.14 <i>Latossol Vermelho Amarelo Eutrófico</i>	46
	6.8.15 <i>Latossol Amarelo Distrófico</i>	46
	6.8.16 <i>Brunizem Avermelhado</i>	47
	6.8.17 <i>Vertissolo</i>	47
	6.8.18 <i>Regossolo Eutrófico</i>	48
	6.8.19 <i>Laterita Hidromórfica</i>	48
	6.8.20 <i>Afloramentos de Rocha</i>	49
6.9	VEGETAÇÃO.....	49
	6.9.1 <i>Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Matas Úmidas)</i>	50
	6.9.2 <i>Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas Secas)</i>	50
	6.9.3 <i>Complexo Vegetacional Litorâneo (Vegetação dos Tabuleiros)</i>	50
	6.9.4 <i>Complexo Vegetacional Litorâneo (Manguezais)</i>	51

6.9.5	<i>Complexo Vegetacional Litorâneo (Vegetação de Dunas)</i>	52
6.9.6	<i>Cerrado</i>	52
6.9.7	<i>Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea, Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta)</i>	52
6.9.8	<i>Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Matas Ciliares e Lacustres)</i>	53
6.9.8.1	Rio Choró.....	53
6.9.8.2	Rio Pacoti.....	54
6.9.8.3	Rios Caponga Roseira, Caponga Funda, Catu e Malcozinhado...	54
6.9.8.4	Rio São Gonçalo.....	55
6.9.8.5	Sistema Ceará/Maranguape.....	55
6.9.8.6	Sistema Cocó/Coaçu.....	56
6.9.8.7	Rio Cauhipe.....	56
6.9.8.8	Rio Juá.....	56
6.9.8.9	Rio Gereraú.....	57
7.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – MEIO ANTRÓPICO	57
7.1	DEMOGRAFIA.....	57
7.2	EDUCAÇÃO.....	60
7.3	SAÚDE (HOSPITAIS, AMBULATÓRIOS).....	62
7.4	SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA.....	63
7.4.1	<i>Histórico do Abastecimento Público de Água na RMF</i>	63
7.4.1.1	Fase 1 - (1800 – 1900).....	63
7.4.1.2	Fase 2 - (1900 – 1960).....	64
7.4.1.3	Fase 3 - (1960 – 1990).....	64
7.4.1.4	Fase 4 - (1990 até o presente).....	65
7.4.2	<i>Abastecimento d'Água na RMF</i>	65
7.5	REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	67
7.6	UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL.....	70
7.7	UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA, PECUÁRIA E PESCA.....	74
7.8	SETOR COMERCIAL E DE SERVIÇOS.....	78
7.9	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, ATERROS SANITÁRIOS, CEMITÉRIOS, POSTOS DE SERVIÇO.....	81
7.10	PANORAMA GERAL SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL DOS MUNICÍPIOS DA RMF QUANTO AO USO E OCUPAÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	82
7.10.1	<i>Aquiraz</i>	83
7.10.2	<i>Caucaia</i>	85
7.10.3	<i>Chorozinho</i>	89
7.10.4	<i>Eusébio</i>	89
7.10.5	<i>Fortaleza</i>	90
7.10.6	<i>Guaiúba</i>	92
7.10.7	<i>Horizonte</i>	93
7.10.8	<i>Itaitinga</i>	94
7.10.9	<i>Maracanaú</i>	95
7.10.10	<i>Maranguape</i>	96
7.10.11	<i>Pacajus</i>	97
7.10.12	<i>Pacatuba</i>	97
7.10.13	<i>São Gonçalo do Amarante</i>	98

8.	MANANCIAS HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS - ÁREAS DE PRODUÇÃO HÍDRICA SUBTERRÂNEA	100
8.1	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA.....	100
	8.1.1 <i>Caracterização dos Sistemas Aquíferos</i>	100
	8.1.1.1 Aquíferos Sedimentares.....	100
	8.1.1.1.1 Dunas/Paleodunas.....	100
	8.1.1.1.2 Depósitos Flúvio-Aluvionares.....	102
	8.1.1.1.3 Grupo Barreiras.....	102
	8.1.1.2 Contexto Cristalino.....	103
8.2	CRITÉRIOS DE QUALIDADE.....	106
	8.2.1 <i>Introdução</i>	106
	8.2.2 <i>Qualidade das Águas</i>	106
	8.2.3 <i>As Águas Subterrâneas</i>	107
	8.2.4 <i>Resultados</i>	108
	8.2.4.1 Dados Anteriores.....	108
	8.2.4.2 Novo Cadastro.....	116
	8.2.4.3 Nova Amostragem.....	117
9.	ÁREAS CRÍTICAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	122
9.1	SISTEMA ATUAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	123
9.2	ESTUDO DE DEMANDAS.....	130
	9.2.1 <i>Demandas Humanas Urbanas</i>	131
	9.2.1.1 Análise da Evolução Populacional.....	132
	9.2.1.2 Projeções Populacionais dos Municípios.....	134
	9.2.1.2.1 Município de Fortaleza.....	134
	9.2.1.2.2 Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.....	135
	9.2.1.2.3 Municípios de Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba.....	135
	9.2.1.2.4 Demais Municípios.....	136
	9.2.1.3 Consumo Per Capita.....	138
	9.2.1.4 Estimativa das Demandas.....	141
	9.2.2 <i>Demandas Humanas Rurais</i>	144
	9.2.2.1 Análise da Evolução Populacional.....	144
	9.2.2.2 Projeções Populacionais Rurais dos Municípios.....	144
	9.2.2.2.1 Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.....	144
	9.2.2.2.2 Municípios de Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba.....	144
	9.2.2.2.3 Demais Municípios.....	145
	9.2.2.3 Consumo Per Capita.....	145
	9.2.2.4 Estimativa das Demandas.....	145
	9.2.3 <i>Demandas Industriais</i>	145
	9.2.3.1 Demandas Industriais do Complexo Industrial Portuário do Pecém	146
	9.2.3.2 Demandas dos Demais Distritos Industriais da Região.....	147
	9.2.3.3 Demandas Industriais Difusas.....	149
	9.2.3.4 Demandas de Turismo.....	150
	9.2.3.5 Consolidação das Demandas Industriais.....	151

9.2.4	<i>Demanda Animal</i>	152
9.2.5	<i>Demanda de Irrigação</i>	154
9.2.5.1	Conceitos e Parâmetros.....	154
9.2.5.2	Determinação das Áreas Potencialmente Irrigáveis.....	157
9.2.5.2.1	Determinação da Superfície Geográfica Bruta Irrigável	157
9.2.5.2.2	Determinação da Superfície Agrícola Irrigável (SAI).....	157
9.2.5.2.3	Determinação da Superfície Agrícola Útil (SAU).....	158
9.2.5.3	Análise do Aproveitamento das Potencialidades de Solos.....	158
9.2.5.4	Cálculo das Demandas de Irrigação.....	159
9.2.6	<i>Consolidação das Demandas Municipais Humanas e Industriais</i>	159
9.3	ÁREAS COM DEFICIÊNCIAS ATUAIS NO ABASTECIMENTO.....	162
9.4	ÁREAS COM DEFICIÊNCIAS FUTURAS POTENCIAIS.....	162
10.	CENÁRIOS DE ÁREAS CRÍTICAS VERSUS ÁREAS ESTRATÉGICAS	169
10.1	COMPOSIÇÃO DE CENÁRIOS.....	169
10.1.1	<i>Aquiraz</i>	169
10.1.2	<i>Caucaia</i>	170
10.1.3	<i>Chorozinho</i>	172
10.1.4	<i>Eusébio</i>	173
10.1.5	<i>Fortaleza</i>	173
10.1.6	<i>Guaiuba</i>	173
10.1.7	<i>Horizonte</i>	174
10.1.8	<i>Itaitinga</i>	175
10.1.9	<i>Maracanaú</i>	175
10.1.10	<i>Maranguape</i>	176
10.1.11	<i>Pacajus</i>	177
10.1.12	<i>Pacatuba</i>	177
10.1.13	<i>São Gonçalo do Amarante</i>	178
11.	MICRO-ÁREAS POTENCIALMENTE ESTRATÉGICAS	179
11.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	179
11.2	IDENTIFICAÇÃO PRELIMINAR DAS MICRO-ÁREAS POTENCIALMENTE ESTRATÉGICAS.....	180
11.2.1	<i>Município de Aquiraz</i>	180
11.2.2	<i>Município de Caucaia</i>	185
11.2.3	<i>Município de Chorozinho</i>	190
11.2.4	<i>Município de Eusébio</i>	191
11.2.5	<i>Município de Fortaleza</i>	192
11.2.6	<i>Município de Guaiuba</i>	200
11.2.7	<i>Município de Horizonte</i>	201
11.2.8	<i>Município de Itaitinga</i>	202
11.2.9	<i>Município de Maracanaú</i>	203
11.2.10	<i>Município de Maranguape</i>	204
11.2.11	<i>Município de Pacajus</i>	206
11.2.12	<i>Município de Pacatuba</i>	208
11.2.13	<i>Município de São Gonçalo do Amarante</i>	209
11.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	211

12.	AVALIAÇÃO DOS POÇOS E REALIZAÇÃO DE TESTES DE BOMBEAMENTO.....	211
13.	IMPLANTAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO TELEMÉTRICO.....	217
14.	CONCLUSÃO.....	220
15.	BIBLIOGRAFIA.....	220

ANEXOS

ANEXO I - DESENHOS

DESENHO 1 -	GEOLOGIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF
DESENHO 2 -	SISTEMAS AQUÍFEROS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF
DESENHO 3 -	HIDROLOGIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF
DESENHO 4 -	MAPA GEOMORFOLÓGICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF
DESENHO 5 -	MAPA DE SOLOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF
DESENHO 6 -	MAPA DE VEGETAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF
DESENHO 7 -	MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF
DESENHO 8 -	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS ESTRATÉGICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF

ANEXO II – REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS POÇOS ONDE FORAM INSTALADOS OS EQUIPAMENTOS DE TELEMETRIA

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta uma descrição preliminar dos trabalhos desenvolvidos, junto ao *Projeto de Monitoramento/Gestão de Água Subterrânea de Micro-Áreas Estratégicas da Região Metropolitana de Fortaleza-RMF*, para atender aos objetivos da *Atividade III – Caracterização de Áreas Estratégicas*.

Devido ao estágio atual de desenvolvimento do Projeto, e em virtude de não se ter ainda todas as informações necessárias, não se pôde ainda chegar a uma identificação definitiva das micro-áreas estratégicas, tornando-se necessário proceder a uma avaliação preliminar sobre micro-áreas que pudessem ser consideradas potencialmente estratégicas e que servissem assim de indicação para um programa final de coleta de dados e de complementação da análise.

Assim, em linhas gerais, este relatório sumariza as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos para a identificação preliminar de micro-áreas hidrogeológicas, consideradas potencialmente estratégicas para o monitoramento de águas subterrâneas na RMF. Os resultados aqui apresentados poderão auxiliar na delimitação de áreas prioritariamente promissoras, tanto do ponto de vista das reservas disponíveis, quanto no de qualidade/potabilidade dos recursos hídricos subterrâneos, como também ajudarão na identificação de áreas críticas de abastecimento de água de acordo com o sistema atual instalado e a previsão de possíveis colapsos no sistema de abastecimento futuro.

2. HISTÓRICO E ANTECEDENTES

O histórico do abastecimento público da RMF revela quatro fases distintas, cada uma com suas características próprias, no que diz respeito às soluções técnicas, administrativas e financeiras adotadas para resolver os problemas que se apresentaram durante sua história evolutiva.

2.1 Fase 1 - (1800 – 1900)

As margens do rio Pajeú surgiu, em 1812, o primeiro chafariz que abastecia a população fortalezense de 1.500 habitantes. Em 1837 foi construído o segundo chafariz e, em 1845, quatro chafarizes: *Cacimba do Povo*, *Poçinho*, *Lagoinha* e *Jacarecanga* abasteciam uma população de 2.500 habitantes. Em 1849 foi designado o primeiro administrador de água do Ceará, atendendo a interesses políticos e econômicos. A população de Fortaleza, que em 1860 era de 3.500 habitantes, era atendida por apenas 02 chafarizes dos 04 inicialmente construídos. O primeiro sistema de abastecimento de água de Fortaleza foi inaugurado em 29 de setembro de 1866, utilizando as fontes do Sítio Benfica, onde sua água era vendida à população em “canecos” (barril de 18 litros) ao preço de 20,00 réis.

2.2 Fase 2 - (1900 – 1960)

A Superintendência de Estudos e Obras Contra as Secas foi criada em 07 de maio de 1906, chegando a construir 3 (três) poços, antes de ser extinta em agosto do mesmo ano de sua fundação. Em 1912 foi projetada pelo engenheiro João Felipe Pereira o primeiro sistema de abastecimento de água e esgoto sanitário para Fortaleza denominado *Sistema Acarape do Meio*, concluído em 1927. Era constituído por 01 manancial – açude Acarape do Meio ($34 \times 10^6 \text{ m}^3$), 1 (uma) Estação de Tratamento de Água – ETA, 02 (dois) reservatórios elevados, localizados na Praça Clóvis Beviláqua, e 01 rede de distribuição de água domiciliar que atenderia 47.657 habitantes. No ano de 1954 foram construídos mais 04 reservatórios elevados, localizados na Praça Clóvis Beviláqua (500 m^3), 02 na rua João Cordeiro esquina com Avenida Antônio Sales (500 e 1.000 m^3), e 01 na rua Tibúrcio Cavalcante esquina com a Avenida Antônio Sales (500 m^3). Em 1956 a capital cearense contava com 01 emissário de 600 metros e uma estação elevatória, localizada no Passeio Público. Em 1960, Fortaleza agravou-se com sérios problemas de abastecimento de água refletindo-se diretamente nas condições de saúde da população, principalmente na sua população infantil, pois a taxa de mortalidade dessa faixa etária, de 175/1.000 era das mais altas do país, tendo como principal causa mortis, as doenças de veiculação hídrica.

2.3 Fase 3 - (1960 – 1990)

Em 1960 a cidade de Fortaleza possuía uma população de 507.108 habitantes, dos quais 65.000 (12,8%) recebiam água distribuída pelo sistema público e tinham 39 km de rede coletora de esgoto, atendendo 5,7% da população. A partir de 1962 foram executadas obras emergenciais, dentre elas a construção de 52 poços profundos no aquífero dunas na faixa costeira do município, nova adutora do açude Acarape, Estação de Tratamento de Água – ETA e várias sub-adutoras interligando a ETA a vários reservatórios. A construção do açude Gavião ($54 \times 10^6 \text{ m}^3$) no ano de 1974 e, posteriormente, sua integração ao sistema Pacoti-Gavião ($424 \times 10^6 \text{ m}^3$) em 1978, foram passos relevantes para atender a demanda de água para Fortaleza. Com o longo período de seca vivenciado nos anos de 1979 a 1983, o governo estadual realizou várias obras de emergência, dentre elas, o Sistema Pacoti-Riachão-Gavião, várias estações de tratamento – ETA, elevatórias e o aumento na rede de distribuição de água.

2.4 Fase 4 - (1990 até o presente)

Em 1992 foi concluída a obra do açude Pacajus ($150 \times 10^6 \text{ m}^3$) que complementou o sistema Pacoti-Riachão-Gavião totalizando uma reserva de 661×10^6 de m^3 para a distribuição de água em toda Região Metropolitana de Fortaleza. Em 1993, a cidade de Fortaleza passa por outra seca, criando uma situação de calamidade pública. Em poucos meses foi construído o canal do trabalhador, que capta as águas do rio Jaguaribe, para diminuir os efeitos negativos resultante da falta de água. O canal percorre uma extensão de 115 km (101 km de Itaiçaba ao açude Pacajus e mais 14 km deste ao açude Pacoti) com seção trapezoidal (12,5 m de base maior, 5,0 m de base menor e 2,5 m de profundidade), declividade de 1,2 cm/km, lâmina d'água de 2,36 metros,

velocidade de fluxo de 0,30 m/s e vazão de 6,0 m³/s. No ano de 1996 foi assinado perante a Secretaria de Recursos Hídricos o Projeto SANEAR com a promessa de elevar de 19 para 60% o índice da população atendida com rede de esgoto, o que tornaria Fortaleza a capital brasileira com um dos maiores índice de atendimento em esgotamento sanitário.

3. OBJETIVOS

De acordo com os termos de definição do Projeto, a Atividade III – Caracterização de Áreas Estratégicas – tem os seguintes objetivos:

- 1) estimativa do potencial hídrico subterrâneo dos poços cadastrados;
- 2) zoneamento de áreas com diferentes potenciais hidrogeológicos e seleção das áreas favoráveis à exploração de águas subterrâneas;
- 3) avaliação dos aspectos construtivos e hidrogeológicos dos poços e realização de testes de produção em 50 poços, e testes de aquífero em 10 poços; e,
- 4) implantação de rede de monitoramento das águas subterrâneas da RMF.

Nesta etapa busca-se promover, portanto, a consolidação das informações existentes, com a sua interpretação e a formulação de passos complementares para que as águas subterrâneas venham a se constituir num recurso quantitativo e melhor utilizável para o bem comum junto à Região Metropolitana de Fortaleza – RMF.

4. JUSTIFICATIVAS

Sabe-se que, atualmente, o principal sistema de abastecimento de água da RMF, responsável pelo suprimento de 65% da população, é composto pelos açudes Pacoti, Riachão, Gavião e Pacajus, que são interligados por canais, túneis e estações de bombeamento. A capacidade de acumulação conjunta desses açudes é de 696.480.999 m³, sendo que um aporte suplementar é fornecido pelos açudes Cauhipe (11.000.000 m³) e Sítios Novos com 123.199.997 m³, localizados à oeste da RMF, e pelo canal de derivação das águas do rio Jaguaribe, que contribui com uma vazão de 3,0 m³/s para a garantia do abastecimento da RMF.

Além da oferta insuficiente de água dos açudes públicos diante da crescente demanda, o abastecimento é agravado durante os períodos de longa estiagem. Segundo o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (COGERH/VBA, 1999), o atual sistema de suprimento da demanda da RMF, com uma produção de 10,597 m³/s, é capaz de regularizar 6,546 m³/s, com garantia de 99,9%, representando um déficit de 4,051 m³/s (38,23%). O restante da demanda é suprida através de poços e cacimbas. Neste sentido, segundo dados do cadastro realizado neste projeto, a RMF possui 12.704 pontos de captação de água subterrânea distribuídos em três sistemas aquíferos (sedimentar, fissural e misto).

Sendo assim, a realização desse estudo justifica-se pela necessidade de se conhecer com mais precisão as potencialidades hídricas subterrâneas, buscando uma alternativa viável para complementar o sistema atual de abastecimento público da RMF, satisfazendo as demandas

crescentes e atendendo às condições emergenciais representadas por eventuais colapsos do sistema.

5. METODOLOGIA

As micro-áreas estratégicas serão definidas, caracterizadas e classificadas em função da possibilidade de atendimento às áreas críticas de abastecimento de água da RMF, considerando as condições normais de desenvolvimento e expansão do sistema integrado de fornecimento de água da região, assim como as condições emergenciais decorrentes de eventuais colapsos do sistema de abastecimento de água. Conseqüentemente, de acordo com o que foi proposto para este trabalho, a especificação das micro-áreas estratégicas deverá envolver a caracterização dos sistemas hidrogeológicos da região, com suas respectivas capacidades de produção de água, em quantidade e qualidade, e a identificação das áreas críticas de abastecimento, em condições normais e emergenciais.

Assim, a metodologia a ser adotada para a seleção definitiva das micro-áreas estratégicas pode então ser resumida nos seguintes itens:

1. Definição e caracterização das áreas produtivas – mananciais;
2. Incorporação das considerações de qualidade e vulnerabilidade dos aquíferos;
3. Hierarquização do potencial de quantidade / qualidade dos aquíferos;
4. Definição e caracterização das áreas críticas de abastecimento em condições normais de desenvolvimento social, econômico e demográfico;
5. Definição e caracterização de cenários do colapso de abastecimento de áreas, em condições extraordinárias;
6. Composição de cenários relativos às áreas críticas e suas respectivas áreas estratégicas de abastecimento d'água;
7. Priorização das respectivas áreas para monitoramento intensivo;
8. Definição das áreas de monitoramento.

No entanto, mesmo que ainda não se tenha toda a informação necessária para a aplicação plena da metodologia acima descrita, e para a identificação definitiva das micro-áreas estratégicas, torna-se conveniente fazer uma avaliação preliminar das áreas consideradas potencialmente estratégicas, de modo a viabilizar a coleta de novos dados e permitir, assim, a aplicação da metodologia para a sua avaliação final.

Desta maneira, na versão atual deste relatório, as micro-áreas potencialmente estratégicas serão enfocadas, de um modo preliminar, sob dois ângulos distintos: primeiro, sob o aspecto de áreas que podem ser utilizadas para a exploração de águas subterrâneas através de poços

critériosamente locados e com projeto técnico-constructivo, operados em momentos críticos de escassez de água do sistema de abastecimento da RMF; e, segundo, com relação às áreas com problemas pertinentes à poluição/contaminação e que, no primeiro momento, necessitam de monitoramento qualitativo para posteriores ações de remediação do sistema aquífero e/ou propostas técnicas de monitoramento hidroquímico intensivo.

Assim, a metodologia adotada para a seleção preliminar das micro-áreas potencialmente estratégicas pode então ser resumida nos critérios descritos a seguir.

1. Critério “vazão”: a partir do arquivo de dados composto pela integração do cadastramento de poços, realizado pela CPRM (CPRM, 2000), associado ao cadastro de poços do projeto atual (GOLDER-PIVOT, 2002). Foram selecionados poços com vazões acima da média para o sistema aquífero.
2. Critério “qualidade das águas”: obtido do cadastro integrado CPRM (2000) e projeto atual (GOLDER & PIVOT), utilizando-se os dados de condutividade elétrica obtidos em campo.
3. Critério “conhecimento do sistema aquífero”. Foi realizada a elaboração da base geológica da área do projeto, gerando informações sobre a distribuição espacial dos sistemas aquíferos, constituição litológica e aspectos estruturais. Concomitantemente, foram realizadas três (3) excursões de campo para a verificação das informações obtidas e conhecimento maior das obras de captação. As áreas estratégicas preliminarmente selecionadas foram visitadas, analisadas e definidas em função dos dados disponíveis.

6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – MEIO FÍSICO

6.1 Localização Geográfica

Considerando os limites de ocupação sócio-política, a área de estudo localiza-se na porção nordeste do estado do Ceará, Região Nordeste do Brasil, e abrange, em sua totalidade, a Região Metropolitana de Fortaleza, composta pelos municípios de Aquiraz, Caucaia, Eusébio, Fortaleza, Guaiuba, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape e Pacatuba, além de englobar os municípios circunvizinhos de Chorozinho, Horizonte, Pacajus e São Gonçalo do Amarante, compreendendo uma superfície territorial total de 4.976,1 km².

Geograficamente, a região em questão situa-se entre os paralelos 465.000 e 586.000 de longitude oeste e os meridianos 9.510.000 e 9.615.000 de latitude sul (Figura 6.1).

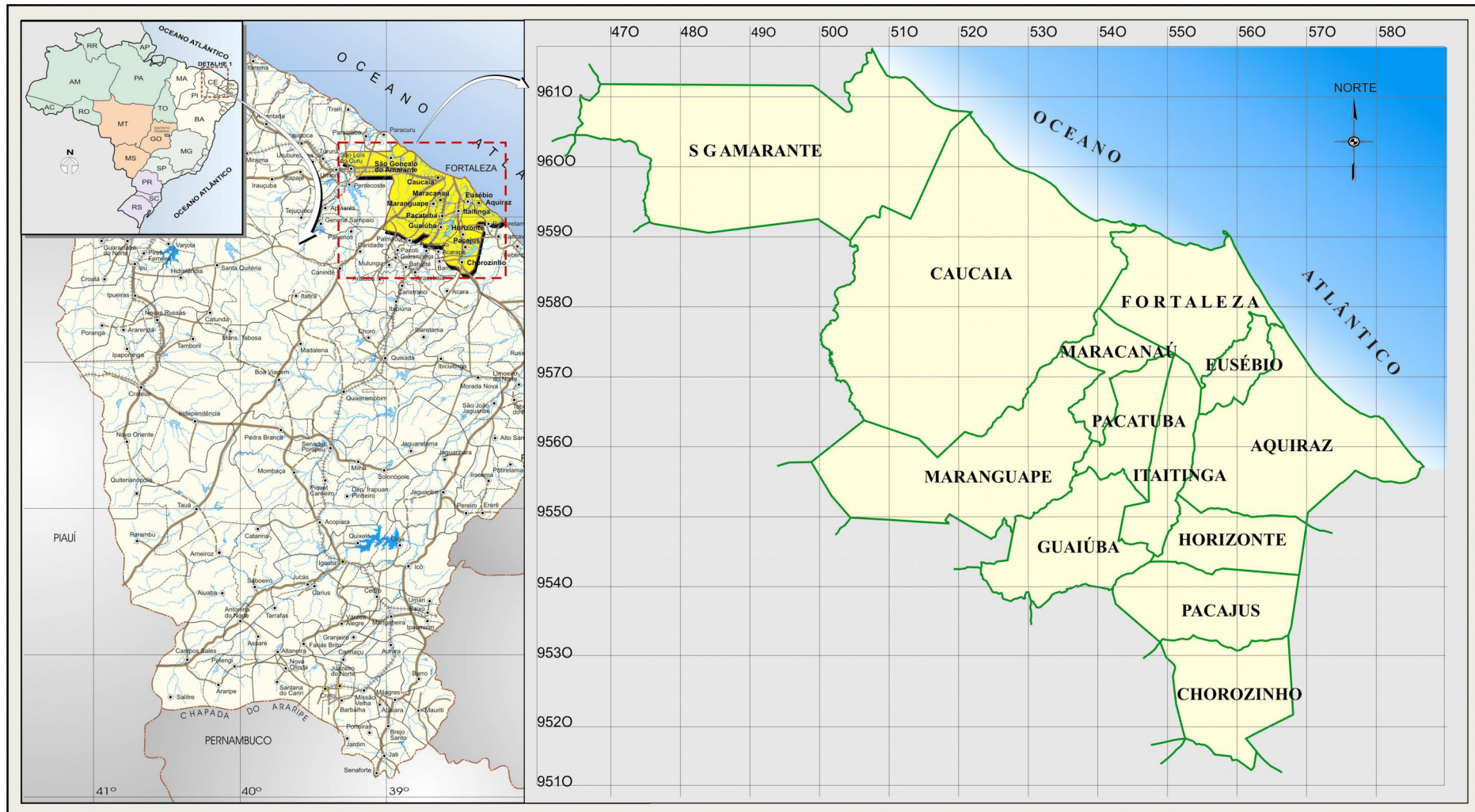


FIGURA 6.1 – Localização e distribuição dos municípios na Região Metropolitana de Fortaleza (Base: IPLANCE, 1997).

6.2 Contexto Geológico / Geotectônico

O mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza e dos municípios circunvizinhos considerados neste estudo é apresentado no Desenho 1 (Anexo I). Este mapa encontra-se em escala compatível com o trabalho desenvolvido, e reflete os aspectos estratigráficos/geotectônicos descritos a seguir.

6.2.1 Litoestratigrafia

De acordo com o contexto geológico/geotectônico, a área de estudo insere-se, em sua maior parte, na Faixa de Dobramentos Jaguaribeano (Brito Neves, 1975). Numa contextualização mais generalizada, observa-se na porção central da área o domínio de massas granitóide-migmatíticas, consideradas por alguns autores como representantes do Maciço Santa Quitéria (Brito Neves, op. cit.) e posicionadas no Arqueano. Manifestações magmáticas atribuídas ao Evento Brasileiro foram evidenciadas, sendo materializadas, principalmente, através de corpos plutônicos de natureza granítica que ocorrem encaixados nos litotipos precedentes, bem como por corpos tabulares que seccionam indistintamente as unidades mais antigas. As vulcânicas de natureza alcalina, ocorrem sob as formas de necks e diques e constituem uma província petrográfica geneticamente relacionada com os vulcanitos do arquipélago de Fernando de Noronha, cujas idades são atribuídas ao Terciário (em torno de 30 m.a.). Por fim, encimando o arcabouço estratigráfico da área, foram individualizadas as coberturas sedimentares cenozóicas, representadas pela Formação Barreiras, Coberturas Colúvio-Eluviais, Paleodunas, Dunas Móveis e Depósitos Flúvio-Aluvionares e de Mangues.

Segue abaixo uma descrição detalhada dos principais litotipos da área de estudo, seguindo a seqüência litoestratigráfica presente.

6.2.1.1 Complexo Granitóide-Migmatítico ($p \in gr-mg$)

Braga et al. (1977) reuniram no Complexo Tamboril-Santa Quitéria os granitóides diversos, migmatitos (diatexitos dominantes) e gnaisses migmatíticos que ocorrem a sudoeste de Fortaleza, abrangendo as regiões de Maranguape, Pacatuba e porção norte do maciço de Baturité. Esta unidade exibe-se de forma ovalada com o eixo maior orientado na direção NE-SW, constituindo-se, do ponto de vista tectônico, numa estrutura do tipo "domo gnáissico-granítico", de Salop (1970), também chamada de "domo gnáissico manteado", segundo Eskola (in: Salop, op. cit.) ou "domo migmatítico", de Mehnert (1972). Apresenta litotipos foliados na periferia, desde gnaisses e gnaisses migmatizados até migmatitos metatexiticos, passando para o interior, a migmatitos diatexiticos e núcleos granitóides nas porções centrais. A passagem de uma fácies para outra é gradual, com perda de foliação dos gnaisses e migmatitos gnáissicos, para estruturas de fluxo difusas dos migmatitos diatexiticos, até a homogeneização franca nos núcleos centrais, onde as rochas se enriquecem de uma blastese potássica, que propicia a formação de litotipos de composição próxima dos granitos.

Nascimento et al. (1981) consideram o Complexo Tamboril-Santa Quitéria, de Braga et al. (op. cit.), como uma individualização litológica constituída predominantemente de granitos e

migmatitos, dentro do Complexo Nordestino, o qual foi caracterizado por uma ampla e complexa associação litológica em que predominam migmatitos, gnaisses, gnaisses migmatizados e granitóides, incluindo ainda anfibolitos, quartzitos, metarcóseos, calcários cristalinos, xistos e calcissilicatadas.

No presente trabalho optou-se por utilizar a designação de Complexo Granitóide-Migmatítico para o conjunto ortoderivado que ocorre predominantemente na porção central da área, redefinindo-se os termos litológicos do Complexo Nordestino (Nascimento et al. op. cit.) através da exclusão das rochas paraderivadas inseridas nesta unidade. Por outro lado, evita-se também adotar a proposta de Braga et al. (op. cit.), no sentido de utilizar-se a terminologia Complexo Tamboril-Santa Quitéria, uma vez que não foram levantados elementos suficientes para correlacionar esses terrenos com o maciço mediano de Santa Quitéria (Brito Neves, op. cit.) que, pela definição original, além das rochas migmatíticas/granitóides, apresenta importantes associações de máficas/ultramáficas, as quais não são verificadas na área em estudo.

Seus limites com os litotipos pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico não são bem definidos, devido ao forte relacionamento tectônico existente entre as duas unidades. No contato, as rochas ortognáissicas e migmatíticas exibem estrutura planar marcante e passam, gradativamente, para litotipos amplamente homogeneizados através de uma migmatização mais acentuada, culminando com a formação dos núcleos granitóides nas porções mais centrais do Complexo. Nessas áreas observa-se uma variedade de tipos petrográficos intimamente associados, em contato brusco ou gradacional, sendo que muitas vezes é difícil estabelecer o domínio de qualquer fácies sobre as demais. As melhores exposições situam-se nos setores morfológicamente mais elevados, compreendendo as serras de Maranguape e Pacatuba, as quais apresentam uma constituição predominantemente granitóide e podem ser entendidas como relevos residuais, formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas gnáissicas circundantes.

6.2.1.2 Complexo Gnáissico-Migmatítico (*p ∈ gn-mg*)

Essa associação petrotectônica, de provável posicionamento estratigráfico no Proterozóico Inferior, recebe na literatura denominações diversas como: Complexo Fundamental (Crandall, 1910), Complexo Caicó (Meunier, 1964), Pré-Cambriano Indiferenciado (Leal, 1970), Complexo Gnáissico-Migmatítico (Lima et al., 1980) e Complexo Nordestino (Nascimento et al., op. cit.). Braga et al. (op. cit.), na área do Projeto Fortaleza, definem o Complexo Caicó como uma associação litológica constituída de gnaisses variados, incluindo lentes de metarcóseos, anfibolitos, quartzitos e calcários cristalinos subordinados, além de migmatitos com estruturas diversas, desde as mais foliadas (metatexitos) até as mais homogêneas (diatexitos). Na mesma região (a sul da área em estudo), caracterizaram uma seqüência parametamórfica, com quartzitos na base, seguidos por xistos, filitos e gnaisses, contendo níveis carbonáticos situados preferencialmente no topo da seqüência e/ou dentro dos metapelitos, próximo ao contato com o quartzito basal, adotando a designação de Grupo Ceará, segundo a proposta inicial de Crandall (op. cit.).

Dentre as unidades cartografadas essa é a que ocupa maior área de distribuição no âmbito da RMF. Suas melhores exposições foram observadas na porção ocidental, onde se descreve uma seqüência predominantemente paraderivada, constituída de gnaisses aluminosos, em parte migmatizados, freqüentemente intercalados por níveis quartzíticos e carbonáticos. São biotita-

gnaiesses com ou sem moscovita, anfibólio, granada e sillimanita, muitas vezes servindo de encaixante para sheets de leuco-ortognaisses, pegmatóides e augen-ortognaisses. Subordinadamente ocorrem corpos anfibolíticos e calcissilicáticos, em jazimentos lenticulares de pequenas dimensões e conformáveis ao bandamento gnáissico. Os termos migmatíticos mais comuns são os de estrutura bandada/dobrada, reconhecendo-se também, em menor proporção, tipos mais evoluídos mostrando tendência à homogeneização. Essas rochas ocorrem, em geral, intimamente associadas aos demais litocomponentes da unidade, tendo delimitação cartográfica representada através de duas áreas de predominância migmatítica (serras do Juá-Conceição-Camará e serrote Bico Fino).

A análise globalizada dos litotipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico mostra a atuação de processos metamórficos e deformacionais, em escala regional, compatíveis com a fácies anfibolito e uma anisotropia estrutural representada por uma foliação resultante de deformação dúctil ou plástica, em regime de cisalhamento simples. A deformação progressiva heterogênea é materializada através do estabelecimento de uma foliação protomilonítica relativamente freqüente, evoluindo para a produção localizada de faixas de alta concentração de strain junto às zonas de cisalhamento assinaladas no mapa. Nos termos petrográficos onde comparecem fenoclastos de plagioclásio e de K-feldspato, a foliação é fortemente anastomótica e regular nos termos mais cominuídos. Nos litotipos mais finos, onde as percentagens de minerais micáceos e anfibólitos são mais altas, a foliação assemelha-se a uma xistosidade. Nos planos da foliação milonítica muitas vezes observa-se uma orientação preferencial de minerais estirados, ou seja, há registros de uma lineação mineral expressa preferencialmente por micas, sillimanitas e barras de quartzo.

No domínio dessa unidade, em que as estruturas foram desenvolvidas sob condições de alto grau metamórfico, os dobramentos são complexos, segundo várias fases de redobramentos, observando-se, comumente, dobras em estruturas sinformes e antiformes, abertas ou apertadas, de geometrias simétricas ou assimétricas, harmônicas, desarmônicas e dobras recumbentes.

6.2.1.3 Rochas Ígneas

6.2.1.3.1 Ultrabásitos (*p* e *ub*)

Na porção centro-oeste da área, próximo à borda oeste da serra de Maranguape, ocorre o corpo ultrabásico do serrote Manoel Gonçalves, de forma elipsoidal e alinhado grosseiramente segundo a direção N-S. Trata-se de um piroxenito, de coloração preto-esverdeada, maciço e de granulação média.

Apresenta-se encaixado na seqüência gnáissico-migmatítica e os afloramentos observados constituem-se de blocos de diâmetros variados, soltos na superfície.

Quanto ao posicionamento crono-estratigráfico admite-se, a princípio, que essas rochas estejam relacionadas ao final do Proterozóico Inferior, com base em datação K/Ar efetuada por Braga et al. (op. cit.), a qual resultou em idade aparente próxima a 1.800 m.a. Esses autores consideram que a idade obtida possui validade geológica, apesar de afirmarem que a análise possui teor crítico de potássio para o método radiométrico, habilitando a hipótese da existência de argônio em excesso e de ter sido realizada em material desfavorável.

6.2.1.3.2 Granitos ($p \in \gamma$)

No contexto geológico da Faixa de Dobramentos Jaguaribeana inúmeros corpos granitóides, sob a forma de stocks e batólitos, têm sido relacionados ao Evento Brasileiro (450-700 m.a), normalmente com suporte geocronológico, químico, estrutural e petrográfico. Brito Neves (1975) através de determinações radiométricas identificou a importância desse evento na formação dos corpos graníticos nordestinos, obtendo isócronas que definem claramente esta faixa de idades.

Campos et al. (1976) e Braga et al. (op. cit.) agruparam todos os granitos e rochas afins, que ocorrem na área do Projeto Fortaleza, sob a denominação genérica de Rochas Plutônicas Granulares, sem conotação cronológica distinta em relação aos outros representantes pré-cambrianos, reportando-se somente aos aspectos texturais, petrográficos e estruturais dessas rochas.

De acordo com Gomes et al. (1981), a ocorrência de corpos pouco deformados, associados a outros parâmetros, como aspectos químicos, petrográficos e geocronológicos, sugeriria uma idade brasileira; enquanto corpos granitóides de idade anterior, devido à superposição dos eventos do Pré-Cambriano Superior, seriam transformados em rochas bastante foliadas, indiscrimináveis de outras geneticamente distintas. A divisão adotada para o magmatismo, no domínio das folhas SB.24/25 (Jaguaribe/Natal), foi baseada em Wernick, Hasui e Brito Neves, 1978 (in Gomes et al., op. cit.) que consideraram três fases principais relacionadas ao Ciclo Brasileiro: uma fase sintectônica, com 650 ± 30 m.a.; uma tardi-tectônica, com 540 ± 25 m.a. e uma fase pós-tectônica, com 510 a 460 m.a.

Na área em estudo as rochas plutônicas de natureza granitóide também foram classificadas, preliminarmente, com referência às fases deformacionais do Ciclo Brasileiro. O caráter preliminar desta classificação deve-se, principalmente, à carência de dados geocronológicos, análises químicas e relações tectono-estruturais com as encaixantes que associados à complexidade geológica permitem apenas, com certa prudência, esboçar um posicionamento para esses corpos.

Os granitos admitidos como cedo a sintectônicos ocorrem por toda a área, constituindo pequenos corpos não cartografáveis na escala de trabalho, notadamente estratóides (dispostos segundo a foliação regional), com acentuada deformação e materializados por ortognaisses, com ou sem facóides feldspáticos, intercalados nas seqüências eoproterozóicas.

Os plutonitos considerados como tardi a pós-tectônicos ($p \in \gamma_2$) foram representados no mapa através de cinco corpos que ocorrem na porção sul/sudeste da área, encaixados nos terrenos gnáissico-migmatíticos. O corpo de Itaitinga exibe forma grosseiramente ovalada tendo seu eixo maior cerca de 2 km, orientado a NNE-SSW. Encontra-se encaixado subconcordantemente em gnaisses xistosos (paraderivados) pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico, onde o contato é marcado, pela borda oeste do corpo, através de uma zona de transcorrência (com mergulho de 70 graus). O granito é mesocrático, de granulação média, equigranular e de estrutura isotrópica a incipientemente foliada, encerrando, com freqüência, enclaves gnaissificados de natureza diorítica.

Na porção sul da RMF ocorre um corpo granítico, de dimensões batolíticas, de posicionamento pós-tectônico ($p \in \gamma 2$). É constituído de leucogranitos rosados, ricos em moscovita, de granulação grossa a média, freqüentemente pegmatóides e estruturalmente isotrópicos. As rochas encaixantes são biotita-gnaisses, contendo lentes anfibolíticas, onde, no contato, verifica-se o desenvolvimento do efeito ballooning.

6.2.1.3.3 *Vulcânicas Alcalinas (T λ)*

Na RMF foram individualizados onze corpos sob a forma de necks ou plugs, os quais sobressaem-se topograficamente como elevações circulares e elipsoidais, merecendo destaque os serrotes Salgadinho e Pão de Açúcar por apresentarem formas características de cones vulcânicos. Foram registrados também inúmeros diques de natureza alcalina, muitas vezes sem representatividade cartográfica na escala adotada.

O primeiro trabalho que se refere as rochas alcalinas no Ceará deve-se a Almeida (1958), que associou a ocorrência do morrote Caruru (na foz do rio Pacoti) a grandes lineamentos estruturais submarinos relacionados ao vulcanismo do arquipélago de Fernando de Noronha, que se estenderiam até o interior do estado.

Baseados em estudos petrográficos e geocronológicos, Vandolos & Oliveira (1968) corroboraram as idéias de Almeida (op. cit.), classificando as rochas do citado corpo como fonolitos de idade oligocênica, datados em $28,6 \pm 9$ m.a. Nascimento et al. (op. cit) estudaram geocronologicamente as ocorrências denominadas de serrotes Caruru, Ancuri, Salgadinho, Japapara e Pão de Açúcar, obtendo datações Rb/Sr e K/Ar que indicaram idades em torno de 34 m.a. Esses autores consideram que as alcalinas estudadas representam uma importante fase de reativação da Plataforma Sul-Americana, vinculada a zonas de fraqueza que se estenderiam dessa região até o arquipélago Fernando de Noronha e o Atol das Rocas.

Deve-se a Braga et al. (op. cit.), o estudo integrado dos corpos alcalinos que ocorrem na folha Fortaleza (escala 1:250.000), onde os autores identificaram nos necks e diques mapeados, quatro variedades petrográficas - fonolitos, traquitos, tufos e essexitos.

Passos & Gomes (1979) identificaram relações de contato bruscas do corpo Salgadinho com os hornblenda-gnaisses circundantes, além de mais dois outros corpos (serrotes da Gangorra e Poção) até então não registrados na literatura, bem como a presença de diversos diques. Litologicamente verificaram a dominância de fonolitos traquitóides na área detalhada, constatando-se também fonolitos tefríticos e termos mais básicos representados por limburgitos e ankaramitos, o que permitiu definir uma associação alcalino-sódica caracterizando um vulcanismo continental de regiões não orogênicas.

Nos serrotes de Japapara e Salgadinho foram descritos material de coloração cinza-esverdeada, maciço, mostrando pórfiros milimétricos de plagioclásio envoltos por uma matriz afanítica e a presença de vesículas preenchidas por quartzo. Essas rochas foram analisadas petrograficamente por Braga et al. (op. cit.) e Passos & Gomes (op. cit.) sendo classificadas como fonolitos traquitóides.

6.2.1.4 Coberturas Cenozóicas

6.2.1.4.1 Formação Barreiras (Tb)

Esta unidade distribui-se como uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa, à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais. Por vezes ocorre muito próximo ao litoral chegando a aflorar na linha de praia, a exemplo das falésias vivas observadas na praia de Iparana (município de Caucaia). Na porção leste da área esses sedimentos penetram no interior até 30 km, constituindo o trecho mais largo da faixa. Sua espessura também parece ser bastante variável em função do seu relacionamento com a superfície irregular do embasamento, sobre o qual repousa em discordância erosiva angular, aprofundando-se em direção à costa, onde se encontra sotoposta aos sedimentos eólicos que constituem as paleodunas. Muitas vezes, no campo, torna-se difícil estabelecer a separação entre esses sedimentos e a capa de intemperismo desenvolvida sobre as litologias pré-cambrianas. Em alguns locais uma separação só é possível quando ainda existem resquícios de estruturas metamórficas, como foliações ou fragmentos de veios de quartzo nas coberturas residuais.

Da mesma forma, a distinção entre essa seqüência e os sedimentos eólicos edafizados pode constituir um problema geológico de difícil solução, uma vez que, em ambos os pacotes, ocorrem materiais arenosos de características semelhantes, principalmente com relação ao aspecto da cor, que normalmente mostra-se amarelada e/ou avermelhada. Nesse caso torna-se importante a análise das estruturas sedimentares (quase sempre ausentes nos afloramentos), e grau de selecionamento, bem como a maior ou menor participação de frações argilosas, que são mais consistentes nos sedimentos Barreiras.

Uma cobertura arenosa rasa e de coloração esbranquiçada distribui-se extensivamente na área capeando a unidade Barreiras. Estudos de natureza sedimentológica são necessários a fim de determinar se essas areias correspondem ao produto de intensa lixiviação atuante sobre os sedimentos areno-argilosos carreando a fração mais fina, ou representam uma cobertura eólica rebaixada ao nível dos tabuleiros. A topografia plana nessas áreas, associada a esse amplo capeamento dificultaram, sobremaneira, as observações de campo, que, pela ausência de afloramentos, tiveram que ser efetuadas através da verificação nos materiais presentes em cacimbas utilizadas para captação de água. Em outras áreas mais favoráveis as observações puderam ser feitas nas exposições em cortes de estradas e em falésias, como as existentes na praia de Iparana.

Litologicamente essa seqüência é constituída de sedimentos areno-argilosos, não ou pouco litificados, de coloração avermelhada, creme ou amarelada, muitas vezes com aspecto mosqueado, mal selecionados, de granulação variando de fina a média, mostrando horizontes conglomeráticos e níveis lateríticos, sem cota definida, em geral associados à percolação de água subterrânea. A matriz é argilosa caulinitica, com cimento argilo-ferruginoso e às vezes silicoso. A estratificação é geralmente indistinta, notando-se apenas um discreto paralelismo entre os níveis de constituição faciológica diferentes. Nos níveis de cascalhos, por vezes observa-se uma incipiente organização em estruturas cruzadas e paralelas, bem como aumento da granulometria em direção à base (granodecrescência), mostrando alguns seixos imbricados. Estes clásticos normalmente são de quartzo e, mais raramente, de feldspato, laterito e outros tipos de rocha, com diâmetros variados que atingem até cerca de 10 cm e com grau de arredondamento tendendo a intensificar-se em direção aos seixos menores.

Em alguns locais, como no Iguape e na Prainha (município de Aquiraz), é freqüente a existência de fontes de água que ocorrem no contato desta seqüência com os sedimentos arenosos de dunas. Essas fontes são originadas pela percolação, sobre o material argiloso, da água absorvida pelas areias sobrepostas.

De acordo com os estudos de Bigarella (1975) atribui-se uma idade miocênica superior a pleistocênica para esta unidade. O caráter ambiental é admitido como predominantemente continental, onde os sedimentos foram depositados sob condições de um clima semi-árido sujeito a chuvas esporádicas e violentas, formando amplas faixas de leques aluviais coalescentes em sopés de encostas mais ou menos íngremes. Durante essa época o nível do mar era mais baixo do que o atual, proporcionando o recobrimento de uma ampla plataforma.

6.2.1.4.2 Coberturas Colúvio-Eluviais (Tc)

Distribui-se de forma irregular na área constituindo manchas ou "ilhas" que se assentam diretamente sobre os litotipos pré-cambrianos, com espessuras reduzidas - em geral inferiores a três metros. Estes depósitos são resultantes do intemperismo *in situ* ou com pequeno deslocamento gravitacional. Morfologicamente caracterizam-se como tabuleiros aplainados, muitas vezes rebaixados ao nível da superfície cristalina. Na zona costeira as semelhanças verificadas com os sedimentos litorâneos dificultam o traçado de um contato definido entre os dois tipos de depósitos. Sendo assim algumas áreas mapeadas como Coberturas Colúvio-Eluviais, é possível que correspondam a sedimentos pertencentes à Formação Barreiras e vice-versa.

As coberturas residuais são resultantes da profunda decomposição e lixiviação das rochas do embasamento, geralmente formando platôs de bordas dissecadas. Algumas vezes conservam resquícios de estruturas gnáissicas e fragmentos de veios de quartzo. Litologicamente esses sedimentos foram caracterizados por Braga et al. (op. cit.) como um material areno-argiloso, alaranjado e/ou avermelhado, de granulação fina a média, ocasionalmente mais grosseiro, inconsolidado, com horizonte laterizado na base. A matriz é areno-argilosa caulínica, com cimento argiloso e/ou ferruginoso. São constituídos por grãos de quartzo, imaturos e pouco desgastados, ocasionais pontuações de opacos, palhetas de mica e grãos de feldspato em vias de alteração. Segundo esses autores a falta de estratificação, o caráter arcoseano e a morfoscopia dos grãos de quartzo caracterizam estes sedimentos como imaturos e, por outro lado, sugerem condições climáticas semi-áridas a que foram submetidos desde a deposição até os tempos atuais.

Nas áreas serranas pode-se distinguir três zonas principais, onde predominam movimentos com componente gravitacional dominante: a) uma zona primária de fornecimento de clásticos grossos; b) zona de tálus a meia encosta que representa, ao mesmo tempo, área fonte e de deposição de detritos, com mistura de material coluvionar de todas as granulações (é a área mais instável) e c) zona de deposição final, nas partes mais baixas das encostas, onde se colocam cones de dejeção e depósitos de piemonte em condições de estabilidade. Esses depósitos são normalmente inconsolidados, mal classificados, formados por seixos, blocos, matacões, grãos de areia e, às vezes, argilas impuras.

6.2.1.4.3 *Paleodunas (Qpd)*

Repousam discordantemente sobre os sedimentos da Formação Barreiras e são, em grande parte, cobertas pelas dunas móveis ou recentes. Ocorrem distribuídas de forma mais ou menos contínua ao longo da linha de costa e à retaguarda das dunas recentes, constituindo uma faixa de largura variável com uma média de 2 a km no litoral oeste de Fortaleza. Nesta cidade distribui-se mais amplamente, chegando a formar uma faixa perpendicular à costa que atinge aproximadamente 13 km. Na porção leste da área, município de Aquiraz, esses sedimentos projetam-se em direção ao interior; cabendo aí uma certa prudência na interpretação, uma vez que faltam exposições confiáveis e, considerando-se as semelhanças existentes com a fácies arenosa da Formação Barreiras, a cartografia desses depósitos pode conter alguma imprecisão, estabelecendo-se, portanto, a necessidade de um maior detalhamento dessas áreas, permitindo a obtenção de resultados mais consistentes.

Trata-se de uma geração mais antiga de dunas, as quais apresenta o desenvolvimento de processos pedogenéticos (daí serem também chamadas de dunas edafizadas), com a conseqüente fixação de um revestimento vegetal de maior porte. Morfológicamente exibem feições típicas de dunas parabólicas, bem visualizadas em fotografias aéreas e imagens de satélite, com eixos alinhados segundo a direção E-W refletindo a predominância dos ventos que sopram do quadrante leste. As espessuras variam em torno de 15 m próximo à linha de costa, encontrando-se valores altimétricos mais elevados como nas imediações da cidade 2000 e na área onde estão instaladas as antenas de TV (bairro Dionísio Torres), em Fortaleza. Para o interior mostram-se rebaixadas com progressiva redução da espessura e com as formas dissipadas em algumas áreas.

Constituem-se de areias bem selecionadas, de granulação fina a média, por vezes siltosa, com tons amarelados, alaranjados e acinzentados, de composição quartzosa e/ou quartzo-feldspática. Normalmente são sedimentos inconsolidados, sendo que em alguns locais podem apresentar um certo grau de compactação. Estruturas sedimentares puderam ser observadas em algumas exposições onde, além de estratificações plano-paralelas e cruzadas, ocorrem níveis pelíticos de espessuras centimétricas intercalados no pacote arenoso, os quais podem ser interpretados como depósitos em ambiente úmido correspondente a áreas baixas de interdunas.

6.2.1.4.4 *Dunas Recentes ou Móveis (Qd)*

São formadas a partir da acumulação de sedimentos removidos da face de praia pela deflação eólica e distribuem-se como um cordão contínuo, disposto paralelamente à linha de costa, o qual começa a ser esboçado a partir da linha de praia alta (backshore) possuindo uma largura média de 2 a 3 km e espessuras que atingem até 30 m. Sua continuidade só é interrompida pela presença de planícies fluviais e flúvio-marinhas, ou ainda pela penetração até o mar de sedimentos da Formação Barreiras (praia de Iparana) e promontórios formados por cangas lateríticas (ponta do Mucuripe) e quartzitos (ponta do Iguape). Em geral esses sedimentos ocorrem capeando a geração de dunas mais antigas, embora em algumas áreas estejam assentados diretamente sobre os sedimentos terciários da Formação Barreiras. Quanto à morfologia esses corpos apresentam feições de barcanas (meia-lua), com declives suaves a barlavento, contrastando com inclinações mais acentuadas das encostas protegidas da ação eólica. Geometrias lineares também são identificadas para esses depósitos.

Litologicamente são constituídas por areias esbranquiçadas, bem selecionadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo foscos e arredondados. Muitas vezes encerram níveis de minerais pesados, principalmente ilmenita. Estratificações cruzadas de médio a grande porte e marcas ondulares eólicas podem ser registradas em algumas exposições.

Caracterizam-se pela ausência de vegetação ou pela fixação de um revestimento pioneiro, o qual detém ou atenua os efeitos da dinâmica eólica responsável pela migração das dunas. Os campos de dunas contribuem para o barramento das drenagens que possuem descargas deficientes, obstruindo as suas desembocaduras e formando, conseqüentemente, uma série de lagoas costeiras.

Em algumas áreas, dependendo da orientação da linha de costa, as dunas podem exercer papel importante no by pass de sedimentos, como foi observado na ponta do Iguape. Neste local o promontório quartzítico funciona como uma superfície sobre a qual as areias das dunas que ocorrem a sudeste estão sendo transportadas, alimentando a deriva litorânea e, conseqüentemente, minimizando os efeitos da erosão marinha experimentada pelo setor de costa a sotavento.

6.2.1.4.5 Praias Recentes

Formam um depósito contínuo, alongado por toda a extensão da costa desde a linha de maré baixa até a base das dunas móveis. São acumulações de areias de granulação média a grossa, ocasionalmente cascalhos (próximo às desembocaduras dos rios maiores), com abundantes restos de conchas, matéria orgânica e minerais pesados. Esta unidade não se encontra representada no Mapa Geológico por uma questão de escala, estando inserida na faixa correspondente às Dunas Recentes.

Incluem-se também, neste contexto, as beach rocks ou arenitos de praia que ocorrem em diversos trechos da área trabalhada. Estas formações encontram-se distribuídas descontinuamente, formando alinhamentos paralelos à linha de costa e, normalmente, afloram em dois sub-ambientes praias: na zona de estirâncio e na zona de rebentação. Em geral são arenitos conglomeráticos com grande quantidade de bioclastos (fragmentos de moluscos e algas), cimentados por carbonato de cálcio. Mostram estratificações cruzadas dos tipos planar e acanalado. As melhores ocorrências situam-se nas praias da Cofeco, Sabiaguaba, Iparana e na enseada do Mucuripe, sendo que neste último local, os arenitos diferenciam-se por exibirem um avançado estágio de laterização. Esses corpos funcionam, muitas vezes, como uma proteção a determinados setores da costa, diminuindo a energia das ondas que se aproximam da face da praia, evitando a ação erosiva das mesmas.

A dinâmica sedimentar costeira é controlada, fundamentalmente, pela deriva litorânea (longshore current). Este trânsito de sedimentos é criado quando as ondas incidem obliquamente à linha de costa, provocando uma corrente que flui longitudinalmente à face de praia, com atuação restrita à zona de surfe. Esta corrente, associada ao movimento em zigue-zague das areias provocado pelo espraiamento das ondas de encontro às praias (swash transport), constitui o principal agente responsável pela deriva litorânea de sedimentos ao longo da costa (Dominguez et al., 1983). No litoral da RMF o regime de ondas que se aproxima da costa

provém, predominantemente, dos quadrantes leste e nordeste, gerando um transporte litorâneo com sentido geral de leste para oeste e de sudeste para noroeste.

Observações de campo efetuadas na área e fora de seus limites permitem concluir que grande parte da linha de costa do estado do Ceará experimenta erosão, seja por causas naturais ou devido a implantação de obras de engenharia. Esse fenômeno pode ser atestado a leste de Fortaleza (praia do Batoque - município de Aquiraz) pela exposição, na face da praia, de antigos mangues que estavam cobertos pelas areias e hoje estão sendo exumados, testemunhando o recuo da linha de costa. Outro exemplo, caracterizando a erosão provocada pela interferência do homem na dinâmica sedimentar costeira, ocorre a oeste de Fortaleza (praia de Iparana, município de Caucaia), que experimenta um acelerado processo erosivo decorrente da construção de uma bateria de espigões (estruturas de enrocamento) desde o porto do Mucuripe até a foz do rio Ceará, provocando a retenção dos sedimentos em transporte pelas correntes de deriva litorânea.

6.2.1.4.6 Depósitos Flúvio-Aluvionares e de Mangues (Qa)

São representados, essencialmente, pelos depósitos de areias, cascalhos, siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica, compreendendo os sedimentos fluviais, lacustres ou estuarinos recentes.

Sobre os terrenos cristalinos os cursos de água mostram-se, freqüentemente, controlados por fraturas e falhas, exibindo longos trechos retelinizados. Nessas áreas os depósitos constituem faixas estreitas, mormente formadas por sedimentos de granulometria grossa, ao longo dos canais ativos, enquanto nas planícies de inundação apresentam uma constituição mais fina. Sobre as coberturas sedimentares os rios e riachos formam depósitos mais possantes, provenientes do retrabalhamento da Formação Barreiras e das dunas, o que resulta em acumulações predominantemente constituídas por areias finas, siltes e argilas. Próximo ao litoral os campos de dunas são responsáveis pela dificuldade de diversas drenagens atingirem o mar, provocando o deslocamento de seus cursos que passam a correr paralelamente à linha de costa. Outras vezes as areias eólicas obstruem completamente as desembocaduras dos rios, formando uma série de lagoas dispostas à retaguarda dos cordões dunares.

Nas lagoas (costeiras e interiores) são depositados, principalmente, sedimentos pelíticos e grande quantidade de matéria orgânica. Nas primeiras é comum a presença de camadas de diatomito, muitas vezes com volume suficiente para serem explotadas economicamente.

Nos ambientes estuarinos ou de planícies flúvio-marinhas formam-se depósitos síltico-argilosos, ricos em matéria orgânica, que sustentam uma vegetação de mangue. Não se restringem apenas às desembocaduras, desenvolvendo-se também nos baixos cursos dos rios até onde se faz sentir a influência marinha. O contato de água doce com água salgada proporciona a floculação de argilas, resultando na deposição de material escuro e lamacento que aumenta a cada período de maré cheia até formar o ambiente propício à instalação dos manguezais. Destacam-se na RMF as áreas de mangues associadas aos rios Cocó, Ceará e Pacoti, bem como às lagoas que, pelo contato temporário com a água do mar, recebem a denominação de lagamar.

6.2.2 *Arcabouço Estrutural*

O arcabouço estrutural da região é caracterizado por um desenvolvimento tectônico polifásico, em que descontinuidades representadas por zonas de fraturas e falhas sucederam-se às estruturas resultantes da tectônica dúctil ou plástica, muitas vezes tendendo a se posicionarem segundo as orientações das anisotropias pretéritas. O arranjo geométrico visualizado no mapa mostra os principais traços estruturais dispostos, preferencialmente, segundo o trend NE-SW e, subordinadamente, a NW-SE, WSW e NNE.

O comportamento dúctil é impresso com mais evidência nos litocomponentes do Complexo Gnáissico-Migmatítico, que possuem feições plano-lineares resultantes do seu envolvimento em um regime deformacional cisalhante dúctil, de caráter não coaxial ou rotacional. A organização dessas superfícies dá-se através de frações lenticulares ou de faixas paralelizadas, materializando o bandamento composicional. Pode-se, genericamente, caracterizar esses elementos planares como foliações miloníticas. Quanto à morfologia, em escala de afloramento, é possível distinguir o bandamento gnáissico, a xistosidade ou a foliação de transposição, em função da natureza da rocha e/ou do grau de deformação. O primeiro tipo é definido pela alternância regular de faixas ricas em minerais máficos e faixas quartzo-feldspáticas. A xistosidade é ressaltada, especialmente, pela orientação preferencial de minerais placosos e prismáticos, e a foliação de transposição é definida no domínio dos augen-gnaisses por fenoclastos de K-feldspato contornados por faixas formadas por biotita e agregados de quartzo. Com a progressão da deformação são revelados os estágios da série milonítica, onde os incrementos estão impressos através da passagem dos tipos protomiloníticos, que caracterizam o estágio da deformação inicial e são relativamente freqüentes, até a criação de faixas localizadas de alto strain, a caracterizar os estágios miloníticos e ultramiloníticos. Esses tipos mais tectonizados foram descritos junto às duas zonas de cisalhamento de direção geral NE-SW registradas no mapa, das quais apenas aquela que ocorre na porção sudeste da área foi caracterizada quanto ao seu regime, sendo interpretada como uma zona de transcorrência estabelecida sobre gnaisses xistosos da seqüência paraderivada do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Nessa faixa as rochas mostram-se bastante deformadas, com a foliação milonítica mergulhando em torno de 70° para NW. A outra zona de cisalhamento, delimitada a partir de imagem de satélite no setor noroeste da área, não teve sua natureza determinada no campo, sendo a mecânica dúctil testemunhada apenas pela ocorrência de blocos de rochas miloníticas, caracterizadas por níveis de quartzo achatados e estirados em estilo ribbon e uma significativa cominuição ou redução nos tamanhos dos grãos. Para muitos autores, as zonas de cisalhamento transcorrentes que ocorrem no estado do Ceará estão relacionadas ao final do Proterozóico Superior. Tal posicionamento parece ser atestado pela constatação de que essas estruturas são responsáveis pelo controle do emplacement e pela deformação milonítica desenvolvida nos corpos granitóides de idades comprovadamente brasileiras.

Nos planos da foliação milonítica observa-se, muitas vezes, uma orientação preferencial de minerais estirados; em outras palavras, há registros de uma lineação mineral expressa preferencialmente por micas, sillimanitas e barras de quartzo. Indicadores cinemáticos da deformação não coaxial puderam ser identificados em alguns afloramentos, destacando-se porfiroblastos rotacionados com sombras de pressão assimétricas, micas sigmoidais, dobras assimétricas e veios boudinados. A observação e a análise dessas feições não permitiram a definição de um arranjo estatístico representativo para o entendimento dos sentidos de movimentação, como pode ser exemplificado no limite sul da área, em que gnaisses

milonitizados exibindo porfiroclastos girados evidenciam deslocamentos tanto de caráter sinistral quanto dextral, sem que tenha sido constatada uma primazia significativa de um sentido sobre o outro.

No domínio das unidades basais, em que as estruturas foram desenvolvidas sob condições de alto grau metamórfico, os dobramentos são complexos, segundo várias fases de redobramentos, observando-se, comumente, dobras em estruturas sinformes e antiformes, abertas ou apertadas, de geometrias simétricas ou assimétricas, harmônicas, desarmônicas e dobras recumbentes. Nas seqüências metassedimentares do Complexo Gnáissico-Migmatítico as feições mostram-se mais definidas, como pode ser visualizado na porção ocidental da área, com os dobramentos expondo mais claramente as vergências das superfícies axiais e o caimento dos eixos.

A tectônica ruptural parece ser mais expressiva nos domínios do Complexo Granitóide-Migmatítico em que diferenças reológicas ou de competência entre esta unidade e o conjunto gnáissico-migmatítico resultaram em graus de deformação distintos. A relação com o quadro regional permite associar as falhas e fraturas cartografadas na área com a tectônica proterozóica superior-eopaleozóica, reativada ou não no Mesozóico quando do evento de instalação do oceano Atlântico. Muitas dessas estruturas encontram-se preenchidas por material granítico, pegmatítico e quartzoso, marcando uma importante fase de diqueamento ácido que corresponde às últimas manifestações magmáticas do Ciclo Brasileiro. Frequentemente, a nível de afloramento, observam-se pequenas falhas, preenchidas ou não, deslocando diques ou veios graníticos e pegmatóides segundo rejeitos direcionais da ordem de 2 a 30 cm.

A reativação mesozóica na região nordestina foi marcada, segundo vários autores, por uma manifestação magmática de natureza básica sob a forma de diques associados a falhas e fraturas direcionadas a E-W. Este evento tem sido identificado, com significativo suporte geocronológico, em outras regiões do país, demonstrando seu caráter continental vinculado à reativação da Plataforma Sul-Americana. Na área em estudo tal fenômeno não se mostra evidente, sendo mais expressivo a sul onde as descontinuidades E-W são melhor visualizadas, como no maciço de Baturité (Brandão, op. cit.), provavelmente favorecidas pelo relevo e/ou pela ausência de coberturas.

No Terciário, após vulcanismo alcalino, ocorreu um período de estabilidade tectônica na região, a qual, associada a um clima quente e úmido possibilitou a latossolização das unidades aflorantes (incluindo as rochas vulcânicas terciárias). A deposição dos sedimentos da Formação Barreiras, posicionada no Terciário, constituída predominantemente por material clástico de origem laterítica, revela que a região foi novamente palco de atividades tectônicas. A referida manifestação tectônica deve ter imprimido modificação significativa na topografia, promovendo soerguimento e rebaixamento de blocos, possibilitando a formação de depressões e deposição dos sedimentos da Formação Barreiras. Os registros sedimentares desta unidade revelam condições climáticas áridas, o que favoreceu a perda da cobertura vegetal, o desmantelamento das crostas lateríticas e a erosão das rochas aflorantes, propiciando a deposição de clásticos em sistema de leques aluviais e sistema fluvial entrelaçado nas depressões preexistentes.

No fim do Terciário e início do Quaternário deve ter ocorrido nova manifestação tectônica, associada a uma transgressão marinha, sendo seu registro evidenciado pelas falésias mortas desenvolvidas sobre os sedimentos da Formação Barreiras. Elas circundam a faixa costeira da Região Metropolitana de Fortaleza, as quais se estendem desde a praia do Barro Preto (extremo

leste) até a praia do Cumbuco (extremo oeste). É importante salientar que essas feições ocupam as porções mais elevadas da faixa costeira e são cartografadas como dunas móveis, porém o recobrimento por sedimentos eólicos é extremamente reduzido, nunca ultrapassando os 10 metros e com média em torno de 5 metros. Durante a fase transgressiva foram depositados os sedimentos da Depressão Sertaneja, localizados no interior do continente, constituídos por materiais coluvial e aluvial, bem como a deposição dos sedimentos eólicos formadores das paleodunas. A presença de paleossolos não cálcicos e planossolos solódicos, desenvolvidos sobre os colúvios e alúvios da Depressão Sertaneja, revelam que o clima deveria ser bem mais úmido que o atual. Os planossolos solódicos, localizados continente adentro, também são indicadores da transgressão marinha, pois mostram que essas áreas apresentavam condições hidromórficas de caráter salino, provavelmente devido o afogamento dos canais de drenagens. A intensa edafização das dunas geradas durante esse período também revela condições climáticas mais amenas do que as atuais.

A atual linha de costa encontra-se aproximadamente a 500 metros das falésias mortas, revelando, provavelmente, nova manifestação tectônica e/ou regressão marinha durante o Quaternário, favorecendo o recuo do mar e, conseqüentemente, a degradação dos sedimentos da denominada Depressão Sertaneja (elúvios, colúvios e alúvios), assim como das demais unidades sedimentares e cristalinas. Esse fenômeno possibilitou a fixação da atual rede de drenagem, a implantação de uma nova superfície aplainada em cotas mais baixas e a deposição de terraços aluviais nas margens das principais drenagens.

Em tempos mais recentes processou-se a retomada de erosão, com os principais rios esculpindo os seus vales nas aluviões até então depositadas, seguindo-se, por fim, uma nova deposição (aluviões recentes) que, devido ao grande aporte de sedimentos, provocou o assoreamento dos baixos cursos. Essa nova retomada erosiva está relacionada, provavelmente, ao recuo da linha de costa ou mesmo à neotectônica.

Atividades tectônicas recentes são amplamente reconhecidas no Nordeste Oriental, onde registros históricos e instrumentais de abalos sísmicos têm sido compilados e revistos nas últimas décadas. O maior deles teve o epicentro identificado no município de Pacajus (ao sul da Região Metropolitana de Fortaleza, distando 50 km de Fortaleza), atingindo magnitude máxima de 5,2 mb e intensidade máxima de VII na escala Richter, com um total de 15 eventos ou abalos (Carneiro et al., 1989).

6.3 Hidrogeologia

Erroneamente, as águas superficiais são consideradas como a maior fonte dos recursos hídricos. No entanto, elas representam apenas cerca de 3% do total de água potável disponível, sendo o restante encontrado no subsolo. Assim, dada a insuficiência de recursos hídricos superficiais, adota-se como alternativa para a complementação das demandas dos diversos usos da água a exploração dos mananciais hídricos do substrato, através da captação de água subterrânea por meio de poços tubulares, cisternas e etc. Por outro lado, fatores como o armazenamento dessas águas em formações rochosas de grande profundidade não permitem a exploração do total desses recursos, a custo razoável, tomando-se inviáveis.

No que tange à área de estudo, o que se pretende neste item é fazer uma introdução ao tema, apresentando a distribuição das regiões cristalinas e sedimentares (Desenho 2 – Anexo I), que correspondem aos principais sistemas aquíferos encontrados. Ressalta-se ainda que uma discussão mais apurada sobre a hidrogeologia, e focada nos objetivos deste projeto, será feita no item 8 deste relatório, onde se tratará sobre os mananciais hídricos subterrâneos e as áreas de produção hídrica subterrânea. Sendo assim, aqui são apenas apresentados os principais sistemas aquíferos da região de estudo: o cristalino e as áreas sedimentares.

6.3.1 *Cristalino*

Considerando a região do cristalino, são imensas as dificuldades e restrições associadas às reservas subterrâneas (e.g. recursos aleatórios, escassos, de má qualidade e de pouco conhecimento). Nessa região, a pouca cobertura vegetal e a pequena espessura do solo constituem um ecossistema frágil cujas características físico-ambientais reduzem substancialmente o seu potencial produtivo. A pequena disponibilidade de água superficial aliada à baixa e irregular pluviosidade explica a grande dependência dos habitantes e dos rebanhos da região em relação à água subterrânea, mesmo sendo essa, na maior parte, uma alternativa tênue pela reduzida vocação hidrogeológica das rochas cristalinas.

Nestas rochas, a água subterrânea ocorre em sistemas de fendas e fraturas interconectadas, descontínuos e com extensão limitada. As reservas são alimentadas, principalmente, pela infiltração no solo de águas de precipitação, de águas superficiais dos cursos naturais, ou ainda de lagos. Este fato vem demonstrar as dificuldades de se estimar a verdadeira potencialidade dos recursos interiores, uma vez que o armazenamento no cristalino é limitado por causa da sua alta resistência à infiltração e ao preenchimento das suas regiões abertas, ou fraturas. Por estas razões, as regiões cristalinas são muitas vezes consideradas inviáveis, ou péssimas fontes de água subterrânea.

6.3.2 *Áreas Sedimentares*

As regiões onde os recursos hídricos do substrato são notáveis estão representadas pelas áreas sedimentares, o que é plenamente justificável, uma vez que a boa porosidade e permeabilidade dessas rochas as transformam em excelentes corpos armazenadores. Prova é que cerca de 97% das águas do subsolo são encontradas nessas litologias.

Neste sentido, os depósitos aluvionares que podem ocorrer ao longo dos vales assumem grande importância no contexto hídrico da região. Essa importância cresce, quando se verifica que é ao longo desses vales que se concentram as maiores densidades demográficas, aumentando significativamente a demanda por água. Nas aluviões, com efeito, as altas permeabilidades das frações arenosas compensam freqüentemente as pequenas espessuras saturadas, de modo que é possível a obtenção de vazões de exploração expressivas através de captações rasas e de baixo custo adequadamente construídas.

Já nas bacias sedimentares, ao contrário do que ocorre nas rochas cristalinas, são armazenados os maiores volumes de água subterrânea do semi-árido. Na área de estudo, este sistema cobre a faixa litorânea, compreendida entre Aquiraz e São Gonçalo do Amarante, e forma o principal

sistema aquífero (Dunas-Barreiras), o qual é constituído por sedimentos Quaternários e Terciários. Os depósitos Quaternários são representados por areias de praia, e dunas móveis e fixas.

As dunas móveis formam um cordão contínuo de areias secas bordejando a linha costeira, sem cobertura vegetal e totalmente vulneráveis à ação dos ventos. São areias claras, comumente esbranquiçadas, de granulação fina, formadas por grãos de quartzo arredondados e bem selecionados.

As dunas fixas, ou paleodunas, avançam um pouco mais para o interior, repousando discordantemente sobre os sedimentos do Grupo Barreiras. Tratam-se de depósitos Terciários representados por arenitos argilosos, de cores variegadas, com matizes avermelhados, amarelados e cinza esbranquiçados. A matriz é, muitas vezes, caulínica, podendo apresentar cimento argiloso e ferruginoso, com presença de níveis lateríticos e marcada variação faciológica, para níveis arenosos grosseiros.

Nestas litologias, as águas oriundas de infiltração são armazenadas pelos corpos rochosos porosos, ou aquíferos, onde ficam retidas na zona de saturação, cuja espessura é função da geologia local, porosidade e permeabilidade das formações, taxa de recarga e movimento da água dentro da zona entre os locais de recarga e descarga. Em regiões sedimentares, é possível estimar-se o valor dos recursos hídricos de sub-superfície, conhecendo-se as características hidrogeológicas das unidades armazenadoras.

6.4 Hidrologia

6.4.1 Distribuição das Precipitações

A análise da distribuição da precipitação nas bacias que envolvem os municípios da Região Metropolitana de Fortaleza foi desenvolvida com base nos dados pluviométricos e fluviométricos, provenientes do monitoramento realizado durante um período de 85 anos (1912 – 1996), nos postos listados, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2 e locados no mapa hidrológico (Desenho 3 – Anexo I).

No decorrer do ano, as chuvas se concentram, quase que exclusivamente, no primeiro semestre (aproximadamente 90% do total anual), sendo o trimestre fevereiro/abril ou março/maio responsável por um percentual em torno de 65 a 70% do total anual. Somente o mês de pico (março ou abril) concentra em média mais de 1/4 da pluviometria anual; este período de chuvas é denominado, em toda a região, de “inverno”.

A análise da distribuição interanual da precipitação revela a ocorrência de anos secos, quando o índice de precipitação se reduz a menos de 1/4 ou 1/5 da média anual, com uma frequência estimada de 10 a 20% sobre períodos longos. A situação é agravada pelo fato de que, preferencialmente, o ano seco não ocorre isoladamente e sim associado a outros, anteriores e/ou posteriores, também deficientes. Por outro lado, os anos com pluviometria elevada não são raros, ocasionando enchentes devido às condições favoráveis de escoamento superficial, e gerando

problemas, principalmente em áreas urbanizadas das bacias dos sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu.

O relevo e a proximidade do litoral exercem apreciável influência sobre os totais anuais, através de suas características de altitude e exposição aos ventos. Assim, na região de interesse, a distribuição espacial da pluviosidade apresenta a seguinte configuração:

- com exceção das regiões do médio curso do rio São Gonçalo, do Alto/Médio Choró e de praticamente toda bacia do Pirangi, as demais bacias apresentam índices pluviométricos superiores a 1.000 mm/ano;
- os maiores índices de precipitação são verificados no litoral de Fortaleza e nas serras de Maranguape, Aratanha e Baturité, onde a ocorrência de chuvas orográficas, nestas últimas, induz a índices pluviométricos significativos, acima de 1.400 mm/ano, e à ocorrência de microclimas;
- nas áreas interioranas das Bacias Metropolitanas, os índices pluviométricos se reduzem ao patamar de 800 mm/ano, mais especificamente no médio curso do rio São Gonçalo e no alto/médio curso dos rios Choró e Pirangi.

TABELA 1
POSTOS PLUVIOMÉTRICOS LOCALIZADOS NA REGIÃO
METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF)

Código (SRH)	Nome do Posto	Média (mm/ano)	X UTM	Y UTM	Altitude (m)	Entidade
111023	Beberibe	1238,9	598,03	9533,86	25	FUNCEME
111038	Caucaia	1403,9	535,16	9585,49	32	FUNCEME
111054	Guaramiranga	1331,4	500	9526,55	700	FUNCEME
111082	Maracanaú	1370	537,01	9572,59	100	FUNCEME
111103	Pacajus	1017,5	559,19	9537,58	68	FUNCEME
111125	Redenção	1207,2	520,34	9535,76	400	FUNCEME
111157	Fortim		634,99	9808,01	10	FUNCEME
111176	Pindoretama	1280,3	574,00	9552,31	47	FUNCEME
111354	Barreira	885,09	538,83	9522,85	80	FUNCEME
111361	Ocara		544,37	9504,42	105	FUNCEME
111362	Casteão	1400,2	549,97	9589,17	18	FUNCEME
111394	Assude Amanari		512,95	9556,02	116	FUNCEME
111411	Fazenda Tio Cosme		511,10	9592,87	40	FUNCEME
111413	Fazenda Coluninjuba		531,45	9561,54	160	FUNCEME
111544	Ibaretama		522,17	9474,96	110	FUNCEME
111552	Eusébio	1330,4	555,51	9568,90	30	FUNCEME
2861786	Paracuru		490,74	9626,03	10	FUNCEME
2872207	S. G. do Amarante		503,70	9602,08	84	SUDENE
2872305	Umarituba	1057	501,85	9594,71	85	SUDENE
2872409	Sítios Novos	937,81	503,70	9587,34	60	SUDENE
2872435	Guararu	1174,1	518,50	9589,18	50	SUDENE
2872496	Fortaleza Central	1438,2	551,82	9587,33	26	SUDENE
2872594	Fortaleza Regional	1499,4	551,20	9585,48	26	SUDENE
2872602	Sítios Novos de Cima	800,83	500	9578,13	60	SUDENE
2872684	Mondubim	1526,5	546,26	9579,96	30	SUDENE
2872766	Maranguape	1343,8	535,15	9570,75	67	SUDENE
2872925	Bom Princípio	916,02	512,95	9561,55	210	SUDENE
2872945	Otávio Lobo	1144	524,05	9561,54	220	SUDENE
2872978	Pacatuba	1406,7	542,55	9561,54	54	SUDENE
2873824	Aquiraz		568,46	9568,89	30	SUDENE
2881895	Aratuba	1490,2	496,30	9511,81	600	SUDENE
2882018	Itapebuçu	1021,1	509,25	9556,02	230	SUDENE
2882035	Columinjuba	1142,9	518,50	9556,02	350	SUDENE
2882076	Guaiuba		540,70	9554,17	59	SUDENE
2882146	Tanques	1124,9	524,04	9548,65	100	SUDENE
2882161	Jubaia	1449,2	533,30	9552,33	100	SUDENE
2882188	Açude Riachão	1137,4	548,10	9550,48	60	SUDENE
2882268	Baú	1208,1	536,99	9544,96	59	SUDENE
2882321	Gado	1245,5	511,09	9541,28	390	SUDENE
2882331	Palmácia	1245,5	516,64	9541,28	380	SUDENE

Continua...

Continuação...

Código (SRH)	Nome do Posto	Média (mm/ano)	X UTM	Y UTM	Altitude (m)	Entidade
2882339	Acarape do Meio	1221,3	520,34	9537,60	250	SUDENE
2882415	Pacoti	1447,4	507,39	9533,91	800	SUDENE
2882458	Acarape	1104	531,44	9533,91	76	SUDENE
2882601	Mulungu	1042,4	500	9524,70	1050	SUDENE
2882626	Baturité		518,49	9517,33	123	SUDENE
2882648	Antônio Diogo	974,3	525,89	9522,87	171	SUDENE
2882735	Aracoiaba	957,18	548,08	9517,32	101	SUDENE
2882862	Vazantes	904	533,28	9511,80	50	SUDENE
2883256	Cascavel	1346,9	585,09	9543,08	30	SUDENE
2883435	Angicos	954,01	573,98	9533,88	35	SUDENE
2883605	Chorozinho	781,95	557,33	9522,84	42	SUDENE
2883679	Itapeim	1160,9	598,02	9520,96	20	SUDENE
2883836	Pitombeiras	925,56	573,96	9509,93	45	SUDENE
2884912	Umburanas	861,99	616,49	9506,20	15	SUDENE
2891168	Fazenda Feijão	768,55	481,51	9495,22	250	SUDENE
2891677	Açude Pompéu Sobrinho	757,14	487,06	9469,43	190	SUDENE
2891766	Queimadas	723,8	479,67	9460,22	190	SUDENE
2891876	Dom Maurício		485,21	9454,69	190	SUDENE
2892012	Riachão	842,48	505,54	9500,75	130	SUDENE
2892089	Curupira	868,87	548,07	9498,90	120	SUDENE
2892111	Itapiúna	781,88	505,54	9497,07	130	SUDENE
2892307	Caio Prado	842,18	503,69	9486,01	111	SUDENE
2892527	Várzea Nova	825,76	514,78	9474,96	60	SUDENE
2892531	Olho D'água	850,25	516,63	9474,96	150	SUDENE
2892605	Daniel de Queiroz	681,18	501,84	9467,59	150	SUDENE
2892679	Boa Água	808,25	542,50	9465,74	120	SUDENE
2892972	Ibicutinga		538,80	9451,00	120	SUDENE
2893031	Cristais	749,56	572,11	9502,56	50	SUDENE
2893165	Boqueirão do Cesário	782,39	590,59	9495,17	150	SUDENE
2893336	Patos	252,05	573,94	9482,29	150	SUDENE
2894148	Aracati		636,82	9495,11	20	SUDENE
2871167	Serrote		481488	9607607	50	SUDENE
2871549	Pentecoste		470389	9581812	50	DNOCS
2881152	Paramoti		472249	9550494	160	SUDENE
2881462	Caridade		477803	9533915	150	DNOCS
2881734	Carindé		463012	9519171	130	DNOCS

Fonte: SRH/COGERH/VBA (2001); SRH (1992).

TABELA 2**POSTOS FLUVIOMÉTRICOS LOCALIZADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF)**

Código (SRH)	Nome do Posto	X UTM	Y UTM	Bacia	Rio Barrado	Área da Bacia Hidrográfica
35650000	Sítios Novos	504538	9585023	São Gonçalo	São Gonçalo	449,58
35668000	Umarituba Novo	501244	9593707	São Gonçalo	São Gonçalo	485,41
35730000	Aç. Acarape do Meio	522469	9536195	Pacoti	Pacoti	210,02
35740000	Barra Nova	523819	9536305	Pacoti	Pacoti	219,44
35745000	Acarape	533391	9532302	Pacoti	Pacoti	315,67
35760000	Baú	536812	9545514	Pacoti	Baú	233,75
35830000	Caio Prado	505917	9485044	Choró	Choró	1.612,10
35875000	Aracoiaba	520271	9516912	Choró	Aracoiaba	397,38
35880000	Chorozinho	557415	9525389	Choró	Choró	4.109,38
35950000	Cristais	571246	9502543	Pirangi	Pirangi	2.030,55

Fonte: SRH/COGERH/VBA (2001); SRH (1992).

6.4.2 Evaporação

No conjunto, as condições climáticas favorecem, sobremaneira, o fenômeno da evaporação, provocando, em conseqüência, perdas hídricas consideráveis nos volumes acumulados em superfícies de água livres (açudes).

Como tais condições são mais rigorosas durante a estiagem, observa-se que os índices de evaporação estão implicitamente relacionados com os de pluviometria. No geral, o que se nota é que a ausência de chuvas contribui para o acréscimo das perdas por evaporação.

Não há grande variação das taxas de evaporação na área de interesse, a não ser nas regiões com microclimas bem definidos, caracterizado pelas elevadas precipitações e taxas de evaporação mais reduzidas.

Em geral, as alturas médias anuais de evaporação, medidas em tanques evaporimétricos “Classe A” das estações meteorológicas nas Bacias Metropolitanas, variam de 562 mm, na Serra de Guaramiranga, até 1.649 mm em Fortaleza. Apresenta-se, a título de comparação, os valores de evaporação mensal e anual para as estações de Fortaleza, Guaramiranga e outras estações no Estado do Ceará (Tabela 3).

TABELA 3**EVAPORAÇÃO MÉDIA MEDIDA EM TANQUE CLASSE A**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Fortaleza	149	109	85	74	85	95	123	173	193	197	185	181	1649
Crateús	250	147	112	97	134	188	275	327	358	395	372	334	2989
Sobral	158	105	75	71	78	108	154	199	215	247	220	210	1840
Acaraú	202	184	116	91	111	154	192	262	282	291	284	258	2427
Guaramiranga	51	35	25	25	26	29	40	58	67	70	70	66	562
Média	162	116	83	72	87	115	157	204	223	240	226	210	1893

Fonte: COGERH-VBA (2001)

O trimestre úmido, fevereiro/abril ou março/maio, é frequentemente o de menor índice de evaporação, correspondendo, em média, a 15% da evaporação anual. Por outro lado, o trimestre de setembro/novembro concentra quase que 1/3 do mesmo total. A taxa média diária de evaporação em Tanque Classe A é da ordem de 3,5 mm/dia a 4,5 mm/dia nos meses favoráveis; alcançando a faixa de 12 mm/dia nos meses quentes nas zonas mais áridas.

Quando da ocorrência de anos secos, as alturas totais de evaporação aumentam consideravelmente, podendo superar os 3.300 mm/ano. Nestes casos, a diferença entre as taxas do 1º e 2º semestre reduz acentuadamente.

6.4.3 Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial ocorre com índices médios anuais sempre superiores a 1.500 mm. Esta variável tem como principal característica um crescimento progressivo ao longo da costa, estendendo-se desde Aracati (1.546 mm) até Acaraú (1.716 mm). Nas estações de Fortaleza e Maranguape a evapotranspiração potencial atinge valores de 1608 e 1665 mm, respectivamente.

A evapotranspiração real acontece com valores médios anuais inferiores a 1.000 mm. Seus maiores índices mensais são verificados no período de fevereiro a junho, quando esta assume valores similares aos de evapotranspiração potencial, coincidindo com o período de armazenamento de água no solo. Nas estações de Fortaleza e Maranguape a médias anuais são de 997 e 960 mm, respectivamente.

6.4.4 Deficiência Hídrica x Excedente Hídrico

O balanço hídrico sazonal, segundo o método de Thornthwaite & Mather, revela que, para as áreas litorâneas, a deficiência hídrica tem início no mês de julho, prolongando-se até janeiro, com índices situados entre 600 e 750 mm anuais. No trimestre úmido, nos anos de pluviometria média ou acima, observam-se excedentes hídricos, geralmente, inferiores a 100 mm, apresentando o litoral de Fortaleza, índices próximos a 400 mm.

Nas áreas serranas (maciços orográficos), as deficiências hídricas apresentam valores bastante variáveis, como demonstram os índices obtidos nas serras de Baturité (45 mm) e Maranguape (705 mm). Por sua vez, os excedentes hídricos também apresentam valores variáveis, se elevando de cerca de 380 mm, na serra de Maranguape, para 780 mm, na região serrana de Baturité.

Na zona do sertão semi-árido, as altas taxas de evapotranspiração potencial situadas próximo de 1.650 mm explicam a inexistência de excedentes hídricos, bem como, os elevados déficits hídricos dessas áreas, com valores em torno de 850 mm.

6.5 Climatologia

6.5.1 *Circulação Atmosférica*

O estudo da circulação atmosférica envolve o conhecimento dos elementos e fenômenos que explicam a dinâmica dos sistemas atmosféricos e massas de ar.

Sob esta ótica, caracterizou-se que a circulação atmosférica no Brasil é regida pelas seguintes massas de ar: Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica, provenientes do centro de alta pressão do Atlântico Sul; Tropical Continental, oriunda do centro de alta pressão dos Açores, e; Massas Polares, provenientes do continente Antártico.

Na Região Nordeste do Brasil, a circulação atmosférica gira em torno de quatro sistemas meteorológicos: a) os Alísios de SE; b) a Convergência Intertropical; c) o Equatorial Amazônico; e d) a Frente Polar Antártica.

6.5.1.1 *Os Alísios de SE*

Os Alísios seriam o sistema mais atuante na região do Ceará, explicando assim a tendência para a aridez já que a sua dinâmica condiciona os estados de tempo pouco chuvosos. Sua penetração faz-se sentir especialmente no inverno e, sobretudo, na primavera. A zona subtropical de alta pressão sobre o Atlântico Sul origina os ventos predominantes de leste, que sopram continuamente no litoral. Os ventos oriundos das altas pressões subtropicais, ou seja, do anticiclone semifixo do Antártico Sul caracteriza-se por possuir vortacidade anticiclônica, com temperaturas elevadas por causa da irradiação solar e telúrica e forte umidade específica em razão da evaporação marítima. No entanto, este sistema, em determinadas épocas do ano, tem suas condições alteradas pela invasão de sistemas causadores de “instabilidade”.

6.5.1.2 *A Convergência Intertropical*

O sistema formado pela Convergência Intertropical, com constantes deslocamentos nos dois hemisférios, é responsável pelas precipitações de verão-outono concentradas nos meses de março e abril, quando são influenciadas pelos sistemas da Frente Polar Antártica e dos Alísios.

As pesadas chuvas estendem-se, do litoral para o sertão, através das calhas dos rios principais, onde atuam com menor intensidade.

6.5.1.3 *O Sistema Equatorial Amazônico*

O sistema composto pelo Equatorial Amazônico responde pelas chuvas de verão em todo o litoral nordestino. Trata-se de uma massa quente e úmida, que, após o recuo da massa Polar Antártica, avança sobre o continente provocando chuvas frontais e convectivas. As precipitações dele decorrentes resultam da condensação provocada pelo contato com uma massa fria.

6.5.1.4 *A Frente Polar Antártica*

A Frente Polar Antártica, por seus extensos deslocamentos no hemisfério sul, tem grande importância como mecanismo gerador de instabilidade e de precipitações frontais ao longo do litoral nordestino. Constitui-se no sistema responsável pelas precipitações de outono-inverno, período no qual alcança maior intensidade.

Genericamente, tendo maior representatividade nas regiões litorâneas e nos trechos finais dos vales, os ventos sopram, predominantemente, do sudeste. Porém no início do período chuvoso, durante apenas alguns dias, sopram do nordeste e do leste. No segundo semestre, a velocidade dos ventos são maiores, atingindo médias entre 3 e 4 m/s, enquanto que no primeiro semestre estas médias diminuem consideravelmente.

De uma maneira mais geral, observa-se que a circulação atmosférica, em conjunto com os fatores geográficos, é responsável pelas características climáticas do estado do Ceará, expressas por: elevadas temperaturas, baixas amplitudes térmicas e baixos índices de nebulosidade, forte insolação, elevadas taxas de evaporação e marcante irregularidade das chuvas no tempo e no espaço.

6.5.2 *Regime Pluviométrico*

O regime de chuvas no nordeste é regularizado, basicamente, pelos sistemas de circulação atmosférica citados anteriormente e pelos aspectos geográficos.

A principal característica do regime pluviométrico do Ceará não é a quantidade de chuvas, e sim, a sua irregularidade temporal e espacial. Desta forma, verifica-se a existência de duas estações distintas: uma chuvosa, no primeiro semestre, com 65 a 70% da precipitação anual ocorrendo em apenas três meses (fevereiro/abril ou março/maio), e outra seca, no segundo semestre.

Outro problema é a grande variação interanual, com a ocorrência de consecutivos anos secos, ou raramente, anos de elevada pluviometria, podendo ocasionar enchentes.

Quanto aos aspectos geográficos, o relevo e a proximidade do litoral também exercem influência sobre os totais anuais. A extensa faixa litorânea do estado do Ceará tem características úmidas. Os climas mais áridos estão no interior, de baixas altitudes, chamado de sertão. Em especial, ocorrem regiões de altitudes elevadas, com ocorrência de chuvas orográficas.

6.5.3 Regime Térmico

O regime térmico do Estado do Ceará caracteriza-se pelas elevadas temperaturas, acompanhadas de baixas amplitudes térmicas, típicas das regiões de baixa latitude, próximas a linha do equador. Nestas áreas os raios solares incidem quase que verticalmente durante todo ano, estabilizando a temperatura.

A média das temperaturas do Estado do Ceará, assim como todo o clima, é diferenciado em três regiões distintas: litoral, serra e sertão.

Na região litorânea, as temperaturas são amenizadas pela corrente dos Alísios, sendo registradas temperaturas médias anuais situadas entre 25 e 27°C e amplitudes térmicas sempre inferiores a 5°C.

A região serrana se encontra sob influência direta da altitude e do relevo, concentrando as mais baixas temperaturas médias anuais do Estado, situadas entre 22 e 26°C.

A região do sertão apresenta as temperaturas mais elevadas, com médias anuais situadas entre 25 e 28°C e amplitude térmica inferior a 5°C. Isto se deve à baixa altitude (< 400m), alta evapotranspiração e baixos teores de umidade relativa do ar. Ressalta-se que a penetração dos Ventos Alísios, através das calhas dos rios principais, constitui-se no fator de amenização da temperatura durante todo o ano.

6.5.4 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar, bem como praticamente todos os parâmetros climáticos, está intimamente ligada com a pluviosidade. No período de chuvas, ela supera, freqüentemente, 80%, sendo que, nas regiões litorâneas, alcança valores próximos de 90%. O trimestre março/maio é o período mais úmido.

Na estiagem, a umidade reduz-se principalmente nas regiões mediterrâneas, mais áridas, e atinge a faixa de 50%. No litoral, tal diminuição é menor, situando-se, geralmente, entre 60% e 65%. O período crítico abrange os meses de setembro a novembro.

Na média, a umidade relativa do ar nas regiões mais secas é de 60% a 65%, e nas úmidas ultrapassa 70%. Quando da ocorrência de anos secos, os valores da umidade variam muito menos e se mantêm em níveis mais reduzidos.

6.5.5 Insolação

A proximidade com a linha do equador e as características climáticas áridas contribuem para manter os níveis de insolação com valores elevados e com pouca alteração durante todo o ano.

O valor médio de horas de insolação varia de 2.650 horas/ano a quase 3.000 horas/ano. A duração de incidência de luz solar diminui nos meses de maior pluviometria, com média de 6 horas/dia, e aumentam no auge da estiagem, atingindo cerca de 9 horas/dia.

6.5.6 *Nebulosidade*

Durante o período chuvoso o índice de nebulosidade observado é, freqüentemente, superior a 6 décimos, atingindo valores superiores aos 7,5 décimos; na estiagem, a nebulosidade diminui bastante, permanecendo entre 2 e 4 décimos, em especial no trimestre agosto/outubro.

6.5.7 *Classificação Climática*

De modo geral, o clima da região de interesse se apresenta bastante homogêneo. As variações climáticas registradas são diretamente associadas ao regime pluviométrico e decorrem, fundamentalmente, das seguintes condições:

- proximidade do litoral, quando os índices pluviométricos são mais elevados e as temperaturas mais estáveis;
- relevo acidentado, onde ocorrem precipitações orográficas que se somam a temperaturas mais baixas em decorrência da altitude.

De acordo com suas características climáticas, pode-se distinguir três regiões. Quais sejam: litoral, serra e sertão.

A faixa litorânea é mais úmida e apresenta temperaturas elevadas. As serras são regiões de maior altitude, que tem um microclima diferenciado, com ocorrência de precipitações orográficas e temperaturas mais baixas. As zonas de sertão, de menor altitude e localizadas no interior, são mais áridas e apresentam temperaturas mais elevadas.

De uma maneira geral, com exceção de microclimas bem definidos das regiões serranas, o clima da região de interesse é predominantemente quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes térmicas, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e regime pluviométrico irregular.

Segundo a classificação de Köppen, o território da área ora em estudo apresenta três zonas climáticas distintas, a saber:

- **Aw'**: clima tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no outono. Apresenta-se predominante na região, ocorrendo nas áreas com precipitações variando de 1.000 a mais de 1.500 mm anuais;
- **Amw'**: clima tropical chuvoso de monção, com estação chuvosa atrasada para o outono, em vez do verão. Ele ocorre em áreas serranas sujeitas a chuvas orográficas, onde os índices pluviométricos são superiores a 1.400 mm;
- **BSw'h'**: clima quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasada para o outono. Ele ocorre no alto/médio curso das bacias dos rios Choró e Pirangi, onde as precipitações oscilam entre 700 e 1.000 mm.

6.6 Hidrografia

Em termos hidrográficos, para que toda a área de estudo fosse englobada (os treze municípios), a região de Interesse deverá incorporar todas as bacias que circunscrevem estes municípios (Tabela 4). Sendo assim, observa-se que os municípios considerados estão circunscritos pela Bacia do Curú e pelas Bacias Metropolitanas, composta por um conjunto de 14 bacias independentes, das quais apenas as bacias dos rios Pirangi, Choró, Pacoti, São Gonçalo e os sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu são hidrologicamente mais representativas, estando as demais bacias restritas à zona costeira.

TABELA 4
PRINCIPAIS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DAS BACIAS DO
CURÚ E METROPOLITANAS

Bacia Principal	Bacia	Parâmetros		
		Área (km ²)	Perímetro (km)	Talvegue (km)
Curú	Curú	8.527,3	527,5	195
Metropolitanas	São Gonçalo	1.332,3	220	90
	Gereraú	120,2	57,5	20
	Cauhipe	274	85	35
	Juá	121,6	50	12,5
	Ceará/Maranguape	555,9/223,8	135/97,5	52,5/37,5
	Cocó/Coaçu	304,6/194,8	100/67,5	42,5/32,5
	Pacoti	1.257,5	250	112,5
	Catu	155,9	72,5	30
	Caponga Funda	59,4	50	22,5
	Caponga Roseira	69,3	55	20
	Malcozinhado	381,8	87,5	37,5
	Choro	4.750,7	480	200
	Uruaú	261,5	82,5	35
Pirangi	4.374,1	360	177,5	

Fonte: SRH-CE (1992)

A partir da área de abrangência destas bacias, a Região de influência hidrográfica foi definida, conforme apresentado no Desenho 3 (Anexo I). Tal região compreende parte da Bacia do Curú (Região do Baixo Curú), que circunscreve o município de São Gonçalo do Amarante, e a maioria das Bacias Metropolitanas, excetuando-se apenas as bacias do Pirangi e Uruaú.

6.6.1 Bacia do Curú

A Bacia do Curú é drenada pelo rio homônimo, que deságua no Oceano Atlântico, correndo preferencialmente de sudoeste para nordeste.

O rio Curú nasce na região montanhosa formada pelas Serras do Céu, Imburana e do Lucas, localizadas no centro norte do Estado do Ceará. De sua nascente até a foz, o rio Curú percorre 195 km e sua bacia abrange uma área de 8.527,3 km². Possui forte declividade no seu primeiro terço de percurso, declividade esta que se reduz para pouco menos de 0,1% no último terço do percurso.

No conjunto, a Bacia do Curú apresenta um relevo moderado a forte, com grade parcela de seus divisores sendo formada por zonas montanhosas. Sua configuração espacial não favorece a formação de cheias e a rede hidrográfica apresenta a dominância de padrões subparalelos e angulares.

É importante lembrar que, no tocante aos limites da área de interesse, considera-se apenas a região do Baixo Curú, a qual circunscreve parte do município de São Gonçalo do Amarante e tem grande importância na agricultura de irrigação da região.

6.6.2 Bacias Metropolitanas

As Bacias Metropolitanas são um conjunto de bacias que ocupam uma área total de 15.085 km². Excluindo as Bacias de São Gonçalo, Pirangi, Choró e Pacoti e os sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu as demais bacias litorâneas são de pequeno porte e pouca representatividade hidrológica. Estas bacias têm suas principais nascentes nos sertões sublitorâneos e na própria zona litorânea. A descrição feita a seguir aborda apenas as maiores e mais importantes bacias citadas acima.

6.6.2.1 Bacia do Rio Pacoti

Sendo o principal manancial da **RMF**, o Rio Pacoti nasce na Serra de Baturité e percorre 112,5 km, em geral no sentido sudoeste/nordeste, dos quais o primeiro terço com declividade acentuada da ordem de 2%. Na parcela de jusante, como reflexo do relevo muito suave que atravessa, sua declividade gira em torno de 0,1%. Apresentando uma rede de drenagem predominantemente dendrítica, o rio Pacoti drena uma área de 1.257,5 km².

Sem nenhuma afluência significativa pela margem direita, o Pacoti possui dois contribuintes de maior porte pela margem esquerda, os riachos Baú e Água Verde. Ocorrem ainda, em seu baixo curso, a presença de lagoas perenes e intermitentes. Todos os cursos d'água da bacia apresentam fluviometria intermitente na região de baixo curso, sofrendo a influência das marés e apresentando um estuário composto por 160 ha de manguezais.

6.6.2.2 Bacia do Rio Choró

Uma das alternativas para o reforço do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, a Bacia do Rio Choró é a maior daquelas que compõem as Bacias Metropolitanas.

A configuração espacial da Bacia do Choró é bem regular, de forma retangular definida, onde o comprimento do rio, de 200 km, é praticamente igual ao da bacia e a largura, que chega em alguns pontos a ultrapassar 45 km, tem um valor médio de 23 km.

Apresenta relevo movimentado no seu terço inicial, atingindo declividades muito altas na origem do rio, na zona montanhosa das serras do Estevão, da Palha e Conceição. A partir da metade do talvegue observa-se o desenvolvimento de um relevo suave de cotas baixas, resultando numa declividade média inferior a 0,1%. A região centro-norte da bacia abrange grande parte da serra de Baturité.

O próprio formato da bacia é indicador da pouca representatividade dos seus afluentes, que são pouco significantes pela margem direita, destacando-se, pela margem esquerda, apenas os riachos Cangati, Castro e Aracoíaba, este último, de caráter semiperene. Os demais cursos d'água da bacia apresentam caráter intermitente, com o rio Choró próximo ao litoral, sofrendo influência das marés e apresentando um pequeno estuário composto por 25 ha de manguezais.

6.6.2.3 Bacia do Rio Pirangi

A bacia do Pirangi é a mais oriental das Bacias Metropolitanas. Fisiograficamente, ela se mostra semelhante à bacia do rio Choró, com forma retangular alongada. O talvegue do rio principal se estende por 177,5 km e a bacia apresenta largura média variando de 35 km, no alto e médio curso, a 55 km, no baixo curso.

O rio nasce numa região de pouca altitude e relevo moderado; aliás, a suavidade do relevo se apresenta como uma das maiores características desta bacia. Em cerca de 80% do talvegue a declividade é próxima de 0,05%, sendo que no trecho final ela praticamente se anula, dando lugar a uma região de inúmeras lagoas com níveis altimétricos semelhantes.

A rede hidrográfica apresenta um padrão do tipo subparalelo na região do baixo curso, onde ocorre, ainda, o tipo dendrítico. No médio e baixo curso as estruturas comandam, de modo quase completo, o traçado dos rios, que se apresentam com um padrão retangular (confluências formando ângulos retos). A área de domínio do embasamento cristalino mostra-se mais dissecada do que a sedimentar, apresentando um maior número de rios e demonstrando um controle da geologia sobre a drenagem.

Com tributários distribuídos de forma homogênea em ambas as margens, o rio Pirangi não apresenta qualquer afluência significativa. Todos os cursos d'água da bacia apresentam caráter intermitente, exceto próximo ao litoral, onde o rio Pirangi, sofrendo inclusive a influência das marés, forma um estuário composto por 200 ha de manguezais.

6.6.2.4 Sistema Cocó/Coaçu

O rio Cocó se desenvolve no sentido sul/norte por um longo trecho de seu percurso, formando, em direção a foz, uma acentuada curva de sudoeste para leste. Sua confluência com o rio Coaçu, seu principal afluente, se dá próximo ao litoral, fazendo com que estes rios apresentem comportamento de bacias independentes.

Com o comprimento do talvegue de 42,5 km, o rio Cocó drena uma área de 304,6 km². Por sua vez, o rio Coaçu se desenvolve ao longo de 32,5 km, drenando uma área de 194,8 km².

Todos os cursos d'água da bacia apresentam caráter intermitente, permanecendo secos durante a maior parte do ano, exceto próximo ao litoral, onde os rios Cocó e Coaçu se tornam semiperenes. Ocorre ainda, em seu baixo e médio curso, a presença de lagoas perenes e intermitentes, com destaque, no eixo do rio Coaçu, para as lagoas da Precabura, Sapiranga, Messejana, dos Pássaros e Pamamirim, estas três últimas situadas na malha urbana das cidades de Fortaleza e Eusébio, respectivamente. Ao longo do rio Cocó merecem destaque as lagoas da Maraponga, da Itaoca, do Opaia e do Papicu, e outras de menor porte, todas situadas no núcleo urbano de Fortaleza. O rio Cocó sofre influência das marés, que adentram no seu leito por aproximadamente 13 km, formando um estuário alongado e estreito, composto por 210 ha de manguezais.

6.6.2.5 Sistema Ceará/Maranguape

Apresentando uma configuração espacial retangular, a bacia do rio Ceará drena uma área de 555,9 km² e se desenvolve no sentido sudoeste-norte, ao longo de 52,5 km.

A exemplo do que ocorre com o Sistema Cocó/Coaçu, o rio Maranguape, único tributário de nível significativo na bacia, une-se ao rio principal apenas próximo à sua foz, não exercendo muita influência sobre a fluviometria da bacia como um todo, comportando-se como uma bacia independente. Apresenta uma bacia de contribuição com área de 223,8 km² e comprimento do talvegue de 37,5 km.

Composto por cursos d'água de caráter intermitente, que fluem somente durante a época das chuvas, o Sistema Ceará/Maranguape apresenta fluviometria semiperene apenas no trecho do rio Ceará que sofre a penetração das marés, formando um estuário composto por 640 ha de vegetação de mangue. Ocorrem na região de baixo curso inúmeras lagoas, com destaque para as lagoas da Parangaba e do Porangabuçu, ambas situadas na malha urbana de Fortaleza.

6.6.2.6 Bacia do Rio São Gonçalo

Drenando uma área de 1.332,3 km², a bacia do rio São Gonçalo apresenta forma retangular e comprimento do talvegue de 90 km, com o curso principal se desenvolvendo no sentido sul-norte. Toda a drenagem da bacia apresenta um arranjo espacial dendrítico, desenvolvido em rochas de diferentes resistências.

O rio São Gonçalo não possui afluentes de importância, destacando-se apenas o rio Anil e o riacho do Amanari pela margem direita, enquanto que na margem esquerda aparecem os riachos Pau d'Óleo e do Mocó. Todos os afluentes apresentam caráter intermitente, permanecendo secos durante a maior parte do ano, exceto próximo ao litoral onde o rio São Gonçalo sofre a influência das marés. Ao longo da bacia, surgem diversas lagoas perenes e intermitentes. Dentre elas, observa-se na região de baixo curso, próximo ao litoral, a formação de uma extensa lagoa de caráter perene, a Lagoa dos Talos.

6.7 Geomorfologia

Com base em uma estrutura geológica complexa, decorrente da consolidação de blocos desde o Pré-cambriano e com falhamentos orientados, em geral para o Nordeste, é a partir do Jurássico Superior que os eventos diastróficos se fizeram sentir mais acentuadamente na morfologia cearense. Trata-se do estágio de reativação identificado por Almeida (1969) sob a denominação de reativação Wealdeniana, cujos reflexos perduraram até o Cenozóico Superior.

Os fatores estruturais têm relação direta com as macroestruturas em nível de escudos e de bacias sedimentares. As diferenciações petrográficas, a evolução paleogeográfica, bem como as diversificações locais de clima e de vegetação, diferenciam a evolução morfogenética. Sob esse ponto de vista é possível a identificação de unidades morfológicas bem diferenciadas, tais como:

1. A Planície Litorânea;
2. Os Glacis Pré-Litorâneos;
3. Os Planaltos Sedimentares: Ibiapaba, Araripe e Apodi;
4. Os Maciços Residuais;
5. As Depressões Sertanejas.

Contudo, a compartimentação do relevo na área de estudo é representada, basicamente, por quatro domínios geomorfológicos: Planície Litorânea, Glacis Pré-Litorâneos dissecados em interflúvios tabulares, Depressão Sertaneja, e Maciços Residuais, cujos limites são estabelecidos com base na homogeneidade das formas de relevo, posicionamento altimétrico, estrutura geológica, atividade tectônica, bem como nas características do solo e vegetação (Desenho 4 – Anexo I). Dentro de cada domínio ou unidade geomorfológica, foram caracterizadas tanto as formas de acumulação ou agradacionais, como as de dissecação ou degradacionais.

6.7.1 Planície Litorânea

Compreende os campos de dunas, as praias e as planícies flúvio-marinhas. Apresenta direções que acompanham os contornos da orla marítima. O litoral, como um todo, denuncia um conjunto de feições morfológicas desenvolvidas pelos mais diversos fatores, que se traduzem no avançado estágio de regularização alcançado. Se os movimentos epirogenéticos cenozóicos, de pequena amplitude, trouxeram influências na retilinização da faixa litorânea, os eventos eustáticos associados às últimas transgressões, regressões e ingressões marinhas explicam a ocorrência de reentrâncias.

As dunas formam cordões quase contínuos que acompanham paralelamente a linha de costa, sendo interrompidos, vez ou outra, por planícies fluviais e flúvio-marinhas, por falésias, ou ainda por promontórios constituídos por litologias mais resistentes (pontas do Mucuripe e do Pecém). As dunas móveis ou recentes são caracterizadas pela ausência de vegetação e ocorrem mais próximo à linha de praia, onde a ação dos ventos é mais intensa. Podem também apresentar um recobrimento vegetal pioneiro, que detém ou atenua os efeitos da deflação eólica, tornando-as fixas ou semi-fixas. Quanto a morfologia, geralmente esses corpos apresentam feições de barcana, e em forma de meia lua, com declives suaves a barlavento, contrastando com inclinações mais acentuadas das encostas protegidas da ação dos ventos. Geometrias lineares também são identificadas para esses depósitos.

As falésias são formadas por camadas argilosas do Grupo Barreiras na base, capeadas por sedimentos eólicos variados, que se projetam até a linha da praia, aparecendo como exemplos mais notáveis as falésias das praias do Morro Branco e das Fontes. No contato das duas unidades, emergem pequenas fontes d'água perenes que abastecem as populações locais. O trabalho de solapamento das falésias pelas ondas é bem significativo em vários trechos da costa, cujas escarpas festonadas só ficam inteiramente expostas durante a baixa-mar.

A retaguarda das dunas recentes, especificamente nas bacias do São Gonçalo do Amarante, Gereraú, Cauhipe, Catu, Caponga Funda e FLED, observam-se gerações de dunas mais antigas, alcançando alturas superiores a 10 m, as quais apresentam desenvolvimento de processos pedogenéticos, resultando na fixação de um revestimento vegetal de maior porte. Morfológicamente, exibem feições típicas de dunas parabólicas, com eixos alinhados aproximadamente segundo a direção E-W, refletindo a predominância dos ventos que sopram do quadrante Leste. Para o interior, mostram-se rebaixadas ao nível dos tabuleiros pré-litorâneos (Grupo Barreiras), apresentando formas dissipadas em algumas áreas.

Os campos de dunas são responsáveis pelo barramento de algumas drenagens que possuem descargas deficientes, provocando a obstrução dos vales costeiros, impedindo assim que os cursos d'água atinjam diretamente o oceano, resultando na formação a montante, de típicas lagoas de barragem, ou desviando com frequência as embocaduras em relação ao curso original para o mar.

As praias formam um depósito contínuo, alongado por toda a extensão da costa, desde a linha de maré baixa até a base das dunas móveis. Observa-se a presença de *beach rocks* aflorando em diversos trechos da costa (praias do Ideal, Iguape e Sucatinga, entre outras), ao longo das zonas de estirâncio e de arrebentação, os quais funcionam como barreiras naturais, protegendo as praias dos efeitos da erosão marinha.

A linha da costa é via de regra retificada, sendo identificados dois setores onde as feições litorâneas são dotadas de maior homogeneidade: no setor a leste da ponta do Mucuripe, observa-se um litoral retilinizado e com direção SSE-NNO, sendo a ponta do Iguape o único acidente a interromper a retificação, sem contudo mudar a direção da costa. As dunas ocupam extensivamente a área, provocando em determinados pontos o represamento das águas e a formação de pequenas lagoas. Da ponta do Mucuripe para oeste, o litoral tem direção SE-NO, com amplas enseadas e presença de dunas que penetram para o interior ocupando faixas de até 4 km. A drenagem tem o fluxo dificultado, divagando através de canais sinuosos sendo, ocasionalmente, obstruída formando lagoas à retaguarda das dunas.

As planícies flúvio-marinhas são ambientes formados pela deposição de sedimentos predominantemente argilosos e ricos em matéria orgânica, onde se desenvolve a vegetação de mangue, sendo caracterizadas pela ação conjunta de processos continentais e marinhos. No território das Bacias Metropolitanas, as planícies flúvio-marinhas estão associadas aos rios Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Pacoti, Choró e Pirangi, e a algumas lagoas costeiras que apresentam contatos temporários com o mar sendo denominadas de “lagamar”.

6.7.2 Glacis Pré-Litorâneos

Esta unidade representa a mais típica superfície de agradação do território cearense. Compreende um glacis de deposição que se inicia de modo gradativo do interior para o litoral, quase sempre com altitudes inferiores a 100 metros. Distribuem-se como uma faixa de largura variável que acompanha a linha de costa por trás dos depósitos eólicos antigos e atuais e é constituída por sedimentos plio-pleistocênicos pertencentes ao Grupo Barreiras. O glacis é sulcado de maneira pouco incisiva pela drenagem, o que dá ensejo ao surgimento das feições tabuliformes que marcam as paisagens pré-litorâneas, onde as áreas interfluviais têm, quase sempre, os topos horizontais e raramente convexizados. Na costa, apresentam-se cobertos pelos cordões de areias, e no interior limitam-se por uma linha de escharpa de contorno extremamente irregular, com desníveis pequenos em relação a depressão periférica. Por fim, constata-se a presença de testemunhos isolados da faixa principal dos tabuleiros, recortados pela erosão fluvial. Originalmente formavam uma superfície contínua, bem mais ampla que os limites atuais, elaborada a partir da coalescência de leques colúvios-eluviais, numa época em que o nível do mar era mais baixo do que o atual, permitindo o recobrimento de uma extensa plataforma.

Nesta unidade as associações de solos são caracterizadas pela dominância de Podzólicos Vermelho Amarelos e Areias Quartzosas, recobertos por vegetação secundária de porte arbóreo-arbustivo.

As planícies fluviais são, dentre as áreas de acumulação, as que abrigam as melhores condições de solo para exploração agrícola e de disponibilidade hídrica, constituindo-se, portanto, em zonas de diferenciação geoambiental no contexto dos sertões semi-áridos. Na região do embasamento cristalino, os cursos d'água formam depósitos aluvionares estreitos, enquanto sobre a zona pré-litorânea, à medida em que entalham os sedimentos do Grupo Barreiras, as faixas de acumulação tomam-se mais expressivas. No território das bacias ora em estudo, destacam-se as planícies fluviais dos rios Pirangi, Choró e Pacoti, como as mais significativas.

6.7.3 Depressão Sertaneja

Este domínio geomorfológico é o que ocupa maior extensão no âmbito da área de estudo, constituindo exceção as bacias do Catu, Caponga Funda, Caponga Roseira, Malcozinhado, Uruaú e FLED, as quais se desenvolvem exclusivamente sobre o embasamento sedimentar. Corresponde a uma superfície de aplainamento, desenvolvida sobre as rochas cristalinas, onde o trabalho erosivo truncou indistintamente variados tipos litológicos. A morfologia da Depressão Sertaneja é representada por extensas rampas pedimentadas que se iniciam na base dos maciços residuais e se inclinam suavemente em direção aos fundos de vales e ao litoral. Verifica-se a predominância de uma topografia plana ou levemente ondulada.

As associações dos solos são bastante diversificadas, normalmente rasos ou medianamente profundos, com grande incidência de afloramentos rochosos e pavimentos detríticos. A vegetação é típica dos sertões semi-áridos, onde predomina a caatinga, com seus padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos.

6.7.4 Maciços Residuais

A monotonia das formas planas a suavemente onduladas da Depressão Sertaneja, vez por outra é interrompida pela forte ruptura de declive das serras e morros residuais. Esses relevos são constituídos, predominantemente por rochas granítico-migmatíticas e gnáissicas e foram formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas circundantes, de constituição litológica gnáissica e migmatítica menos resistente. Apresentam-se dissecados em feições de colinas, relevos tabulares e em forma de inselbergs. Compreendem as serras cristalinas que apresentam extensões variadas e altitudes que oscilam de 400-600 metros até 700-800 metros e, raramente, ultrapassam as cotas de 900-1.000 metros. Os contrastes entre serras-sertões não assumem características estritamente geomorfológicas. Têm conotações mais amplas e de caráter ecológico, implicando profundas diferenças do ponto de vista da utilização da terra.

Alguns destes planaltos, normalmente os de maiores extensões e altitudes, chegam a constituir verdadeiras ilhas de umidade no contexto geral semi-árido do interior cearense. Formam então os “brejos” de cimeira em cujas vertentes de barlavento desenvolvem-se atividades agrícolas das mais importantes.

Na área de estudo destacam-se as serras de Baturité, Maranguape, Aratanha/Pacatuba, Juá/Conceição e Camará, que atingem níveis altimétricos da ordem de 350 a 800 m. Elas caracterizam-se por apresentar condições de umidade bastante elevadas nas vertentes voltadas para o mar, onde o intemperismo químico é predominante, favorecendo o desenvolvimento de solos do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, que sustentam uma cobertura vegetal de grande porte, formada por floresta plúvio-nebular (matas úmidas). A serra de Aratanha dentre todos os outros maciços residuais é a que preserva maior extensão de floresta nativa. Nos setores de sotavento, as condições ambientais são mais agressivas, sendo o intemperismo físico o principal processo modelador da paisagem. Nessas vertentes secas, observa-se o desenvolvimento de uma vegetação arbórea, intermediária entre a caatinga e a floresta plúvio-nebular (matas secas). As outras elevações, de menor representatividade espacial e altimétrica, possuem condições ambientais que se assemelham mais com as características físicas das superfícies rebaixadas do sertão, sendo denominadas de serras secas.

6.8 Solos

Este item corresponde à compilação de trabalhos anteriores que contemplam o levantamento de solos na área de estudo deste projeto (*i.e.* SEARA, 1973; PROJETO RADAM, 1973; MA/DNPA-SUDENE/DRN, 1973; SRH, 1988; EJINCATE, 1998; IPLANCE, 1997). Em linhas gerais, corresponde a uma síntese das principais características e da classificação dos solos.

Sendo assim, as principais unidades de mapeamento são listadas a seguir:

- LVe - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO podzólico A fraco e moderado textura arenosa/média, fase caatinga hipoxerófila relevo plano.
- LAd - LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO podzólico A fraco textura arenosa/média, fase caatinga hipoxerófila.

- PVa - Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Th abruptico textura arenosa/média + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS, ambos A fraco, fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
- PVd3 - Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb textura arenosa/média + REGOSSOLO DISTRÓFICO com fragipan, ambos A fraco, fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
- PVd4 - Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb abruptico textura arenosa/média + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS, ambos A fraco, fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
- PVd5 - Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb textura arenosa/argilosa, PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb abruptico plíntico textura arenosa/argilosa, ambos A moderado, fase florestal caatinga relevo plano e suave ondulado.
- PVd6 - Associação de : PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb textura argilosa, fase floresta subcaducifolia e floresta/caatinga + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO abruptico plíntico textura arenosa/argilosa e média, fase floresta subcaducifolia e floresta/caatinga + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Tb textura argilosa, fase floresta subcaducifolia + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase floresta/caatinga, todos A fraco e moderado fase relevo plano e suave ondulado.
- PVd8 - Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb abruptico plíntico textura arenosa/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média + PODZÓLICO ACINZENTADO DISTRÓFICO Th com fragipan textura média + AREIAS QUARTZOSAS, todas A fraco e moderado, fase caatinga hipoxerófila e floresta/caatinga relevo plano e suave ondulado.
- PE3 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Th A moderado textura média/argilosa, fase floresta caducifolia relevo plano e suave ondulado.
- PE7 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Ti, A moderado textura média/argilosa, fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado.
- PE11 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Th abruptico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa, fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
- PE15 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Tb latossólico A fraco textura média/argilosa, fase floresta caducifolia relevo plano e suave ondulado.
- PE17 - Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Tb relevo plano e suave ondulado + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Tb latossólico relevo plano, ambos A moderado textura média/argilosa, fase floresta caducifolia.

- Ae1 - SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS A moderado textura indiscriminada, fase floresta caducifolia de várzea relevo plano.
- Ae2 - SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS A moderado textura siltosa/média, fase floresta ciliar de carnaúba e caatinga hiperxerófila de várzea relevo plano.
- Ae3 - SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS A fraco e moderado textura indiscriminada, fase caatinga hipoxerófila de várzea relevo plano.
- Ae4 - Associação de : SOLOS ALUVIAIS FUTRÓFICOS textura indiscriminada + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média, ambos A fraco, fase caatinga hiperxerófila de várzea e floresta ciliar de carnaúba relevo plano e suave ondulado.
- AQd1 - AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco. fase floresta caducifolia.
- AQd2 - AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco, fase floresta litorânea relevo plano e suave ondulado.
- AQd3 - AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco, fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
- AQd5 - Associação de AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A moderado, fase caatinga hipoxerófila + PODZOLICO VERMELHO DISTRÓFICO Th abruptico plíntico A fraco textura arenosa/média, fase floresta/caatinga + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb A fraco textura arenosa/média, fase floresta/caatinga, todos relevo plano e suave ondulado.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição das principais características dos grandes grupos de solos predominantes na área de estudo, cuja distribuição pode ser visualizada no Desenho 5 (Anexo I).

6.8.1 Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico

Ocupam terrenos de relevo variado desde plano até montanhoso e originados a partir de materiais distintos. São bem desenvolvidos, as vezes rasos, com horizonte B textural, argila de atividade baixa, média a baixa acidez, e fertilidade natural média a alta. Via de regra são solos moderadamente drenados, não raro imperfeitamente a bem drenados.

O horizonte A, freqüentemente moderado, possui textura arenosa a franco-argilo-arenosa e tonalidade bruna a acinzentada. A transição para o horizonte B pode ser gradual ou abrupta, sendo este textural (argiloso), apresentando uma cerosidade variável e a coloração vai desde bruna até avermelhada. De um modo geral esses solos possuem elevado potencial agrícola, dependendo da disponibilidade hídrica e das condições de relevo. Dentro dessa unidade ocorrem as variações cascalhento ou com cascalho, abruptico e plíntico.

Com relação ao uso agrícola estes solos são bastante utilizados com milho, feijão, mandioca, algodão e pecuária extensiva, excetuando-se as áreas com relevo acidentado. Contudo, na maior parte das áreas ocupadas por estes solos a principal limitação é a falta d'água.

6.8.2 Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico

Ocorrem predominantemente na zona pré-litorânea, em relevo plano a suavemente ondulado, ou na região da serra do Baturité, em relevo forte ondulado a montanhoso. São profundos, geralmente bem drenados (exceto os de caráter plântico, que são de moderada a imperfeitamente drenados), ácidos a moderadamente ácidos, porosos a muito porosos, e de textura variando de arenosa/média a argilosa. A coloração é muita variada, indo desde tonalidades vermelho-amareladas até bruno-acinzentadas.

O horizonte A mostra-se fraco a moderadamente desenvolvido, com textura arenosa ou média. A passagem para o horizonte B pode ser difusa ou abrupta, e este exhibe coloração entre amarela e vermelha, sendo que em solos com plântico mostra-se variegado, com abundantes mosqueados. A textura é argilosa ou média. Dentro desta unidade, destacam-se os tipos abrupto e plântico. Apresentam baixa fertilidade natural e forte acidez, recomendando-se o uso de fertilizantes e a correção do pH. O uso intensivo de maquinários agrícolas nos solos com textura superficial leve deve ser evitado, para evitar o desencadeamento de processos erosivos.

Os solos que integram este grupo apresentam-se cultivados com culturas variadas, sobressaindo-se milho, feijão, mandioca e cajueiro, além de áreas com pastagens naturais destinadas à criação da pecuária extensiva. Constitui importante limitação ao uso agrícola, além da baixa fertilidade natural, o longo período de estiagem e a irregularidade na distribuição das precipitações pluviométricas.

6.8.3 Podzólico Vermelho Amarelo Álico

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa. São solos, em geral, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural. Apresentam perfis bem diferenciados, sendo normalmente profundos a muito profundos, com textura arenosa no horizonte A e média no horizonte B. Apresentam saturação com alumínio superior a 50% e teor de alumínio extraível superior a 0,3 mE. As cores variam entre vermelho amarelado e amarelo avermelhado, apresentando estrutura fraca, sendo porosos a muito porosos e bem a acentuadamente drenados.

Quanto ao uso agrícola verifica-se que o uso destes solos restringem-se às culturas de subsistência (mandioca, milho e feijão) e pequenos plantios de algodão, destacando-se, entretanto, como principal cultura o cajueiro. A irregularidade na distribuição das precipitações pluviométricas constitui, também, forte empecilho ao seu uso agrícola.

6.8.4 Podzólico Acinzentado

Compreende solos Podzólicos de coloração acinzentada (predominância do bruno), saturação de base baixa e com fragipan. São, portanto, solos com B textural, distróficos, argila de atividade baixa, fortemente ácidos. fertilidade natural baixa e moderadamente drenados. Apresentam perfis profundos e bem diferenciados, textura média e o horizonte A apresenta-se fraco ou moderado.

No uso atual destes solos destaca-se a cultura do cajueiro, e em pequena proporção cultivos de mandioca, milho e feijão.

6.8.5 Areias Quartzosas Distróficas

Distribuem-se na faixa litorânea e pré-litorânea, com maior área de incidência nas bacias do Pirangi, Choró, Uruaú, Malcozinhado, Caponga Roseira, Caponga Funda e Catu, estando por vezes associadas as Areias Quartzosas Marinhas e Podzólicos Vermelho Amarelo, ambos distróficos. São solos profundos a muito profundos, com seqüência de horizontes A-C, excessivamente drenados, forte a moderadamente ácidos, com coloração variando de vermelha até branca, sendo freqüente as tonalidades amareladas.

Prestam-se principalmente para culturas irrigadas de cajueiro, coqueiro, melão, melancia e mandioca, utilizando-se irrigação localizada ou microaspersão.

6.8.6 Areias Quartzosas Marinhas Distróficas

Situam-se na planície litorânea (campos de dunas), constituindo uma estreita faixa que acompanha paralelamente a linha de costa. São solos de fertilidade muito baixa, profundos a muito profundos, excessivamente drenados, distróficos e ácidos.

Em geral, o horizonte A é fracamente desenvolvido, de textura arenosa e coloração cinza-escura a muito escura. Nas áreas mais próximas do mar, onde a ação dos ventos é mais intensa, este horizonte pode estar ausente. O horizonte C, com características semelhantes ao A, exibe coloração mais clara, geralmente cinza-clara a bruno-amarelada.

6.8.7 Planossol e Planossol Solódico

Esses solos ocupam áreas consideráveis nas bacias do Pirangi, Choró, Ceará/Maranguape, Cauhipe e São Gonçalo, sendo normalmente relacionados ao relevo plano da superfície pediplanada (Depressão Sertaneja), estando desenvolvidos sobre os litotipos da seqüência gnáissico-migmatítica. Frequentemente estão associados a solos halomórficos (Solonetz Solodizado) e Litólicos Eutróficos. São moderadamente profundos a rasos, moderadamente ácidos a praticamente neutros, bastante susceptíveis à erosão, imperfeitamente drenados e de baixa permeabilidade, sofrendo encharcamento durante os períodos chuvosos e fendilhamento nas épocas secas. As cores dominantes variam de bruno-acinzentado a bruno-escuro, mostrando

também mosqueados e/ou cores de redução devido à drenagem imperfeita. Apresentam teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais.

O horizonte A é predominantemente fraco, podendo às vezes ser moderado e com textura arenosa, enquanto o horizonte B é textural, com argila de alta atividade e de estrutura moderada a forte. Os fatores limitantes à utilização agrícola são: estrutura colunar ou prismática, soma de bases trocáveis alta, baixa profundidade efetiva, elevada saturação de sódio, susceptibilidade à erosão, excesso de água nos períodos chuvosos e ressecamento nas estações secas, com o horizonte B apresentando condições físicas pouco favoráveis à penetração de raízes. São fortemente limitados pela falta d'água.

6.8.8 Solonetz Solodizado

Compreende solos halomórficos com horizonte B solonético ou nátrico, distinguindo-se por possuir estrutura colunar ou prismática, e alto teor de sódio nos horizontes subsuperficiais. São solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados e bastante susceptíveis à erosão.

Apresentam mudança textural abrupta do horizonte A para o B. O horizonte A é fraco com textura arenosa, enquanto que o B possui textura geralmente argilosa. Apresentam cores acinzentadas e presença de mosqueados ou coloração variegada.

Quimicamente apresentam reação moderada a ligeiramente ácida no horizonte A e neutra a alcalina nos horizontes subsuperficiais, os quais apresentam, também, elevados valores para somas de bases trocáveis, saturação de bases e saturação com sódio trocável, principalmente no horizonte C.

Situam-se em áreas de relevo plano que acompanham os principais eixos de drenagem das bacias do Pirangi, Uruaú, Choró, Pacoti, Ceará/Maranguape, Cauhipe e São Gonçalo, onde predomina a vegetação do tipo caatinga hiperxerófila, ocorrendo em menor escala a floresta ciliar de carnaúba e os campos xerófilos.

Apresentam como restrição ao uso agrícola o elevado teor de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais, além de condições físicas muito desfavoráveis ao manejo, grande susceptibilidade à erosão e escassez d'água no período seco. A exemplo do que ocorre com os Planossolos Solódicos apresentam, também, problemas de estrutura colunar ou prismática no horizonte B, soma de bases trocáveis elevadas, baixa profundidade efetiva e encharcamento durante os períodos chuvosos, e ressecamento/fendilhamento nos períodos de estiagem.

6.8.9 Solonchak Solonético

São solos halomórficos, pouco diferenciados, intermediários para Solonetz, com elevados teores em sódio trocável, condutividade elétrica do extrato de saturação muito elevada podendo alcançar valores acima de 200 mmhos nos primeiros centímetros durante o período chuvoso. Em grande parte são moderadamente alcalinos. São encontrados em áreas baixas (várzeas), influenciado pelas águas do mar, e derivados de sedimentos fluviais recentes (Holoceno), desde argilosos até arenosos.

Apresentam seqüência de horizontes ou camadas A e C, com a camada C podendo ser gleyzada ou não. O horizonte A pouco espesso é, normalmente, seguido de camadas estratificadas (IIC ou IIC₁, IIIC₂ e IVC₃ ou IVC_{3g}). Quando não existe o horizonte A formado, encontra-se uma camada superficial de pouca espessura, resultante de sedimentação bem recente. Por vezes, encontra-se na camada superficial ou no horizonte A, cristais de sais em forma de agulhas, misturados à estrutura granular. O horizonte A, quando existente ou quando em forma de camada, apresenta cores do bruno escuro ao bruno acinzentado e estrutura maciça ou fraca, pequena, granular. As camadas (C) subjacentes tem coloração variando desde o bruno amarelado ao bruno acinzentado, ou até mesmo cores bem mais acinzentadas.

Não se prestam a determinados usos, em face da elevada salinidade, requerendo vultosos investimentos afim de que possam ser dessalinizados, e isso seria, também, complicado, em decorrência do clima, visto que a evaporação, na maior parte das áreas, supera a precipitação pluviométrica.

6.8.10 Solos indiscriminados de Mangue

Compreende solos halomórficos indiscriminados, alagados, que se distribuem nas partes baixas da orla marítima sob influência das marés e com vegetação característica denominada manguezais. Na área das Bacias Metropolitanas ocorrem nas regiões de baixo curso dos rios Pirangi, Choró, Pacoti, Cocó/Coaçu, Ceará/Maranguape e São Gonçalo. Englobam, principalmente, os Solonchak e os Solos Gley Thiomórficos ou Solos Ácidos Sulfatados.

Os Solonchak são solos halomórficos com altos teores de sais diversos, pouco diferenciados, que apresentam normalmente um horizonte sálico. Os solos Gley Thiomórficos apresentam horizontes gley, e contem teores de sulfatos e/ou enxofre elementar elevados, podendo causar grande acidificação quando oxidados (após serem drenados), tornando o pH do solo extremamente baixo. Os Solos Indiscriminados de Mangues são, portanto, solos gleyzados, não ou muito pouco desenvolvidos, mal a muito mal drenados, com alto conteúdo em sais provenientes da água do mar e de compostos de enxofre que se formam nestas áreas sedimentares de baixadas salinizadas.

De uma maneira geral não possuem diferenciação de horizontes, exceto nas áreas marginais, onde verifica-se o desenvolvimento de um horizonte A. Apresentam textura variável desde argila até areia. Ocorrem nas desembocaduras de rios, margens de lagoas (lagamares) e partes baixas da orla marítima sob influência das marés, onde a diminuição da corrente de água favorece a deposição de sedimentos finos de natureza argilo-siltosa, argilosa e arenosa, em mistura com detritos orgânicos, ocorrendo, também, material mineral de natureza arenosa.

6.8.11 Solos Aluviais

Constituídos por solos provenientes de deposições fluviais que apresentam apenas um horizonte superficial A ou Ap, ao qual seguem-se camadas estratificadas sem relação genética entre si, de composição e granulometria distinta e sem disposição preferencial. São de fertilidade natural alta, com drenagem moderada a imperfeita, sem problemas de erosão, mas com riscos periódicos

de inundação. São moderadamente profundos a muito profundos. Ocupam as partes de cotas mais baixas da região, em relevo plano a suave ondulado, possuindo maior expressão geográfica quando ocorrem ao longo dos rios Pirangi, Choró e Pacoti.

O horizonte A ou Ap é pouco espesso com coloração variando do bruno ao bruno escuro passando pelas cores mais acinzentadas tipo bruno acinzentado escuro e bruno acinzentado muito escuro. As texturas são variadas desde arenosas até argilosas; as estrutura é fraca ou moderada, maciça, blocos angulares e granular. As camadas subjacentes mostram textura que varia de arenosa, argilosa e até siltosa, com cores normalmente brunadas e mosqueado, por vezes, abundante nos solos de drenagem mais deficientes. Quanto às propriedades químicas, apresentam reação desde moderadamente ácida até alcalina, argila de atividade alta, baixa saturação de alumínio e alta saturação de bases.

A principal limitação ao uso decorre da falta d'água, face às insuficientes precipitações pluviométricas nas áreas semi-áridas. Nas áreas de ocorrência destes solos, nota-se um aproveitamento agrícola intensivo, em face da situação que ocupam, ou seja, várzeas de áreas semi-áridas. As culturas encontradas são: capineira, algodão, milho, feijão, arroz e fruticultura diversificada.

6.8.12 Bruno Não Cálcico

Ocupam extensas áreas de relevo plano a suave ondulado, nos domínios da Depressão Sertaneja, onde predominam rochas gnáissico-migmatíticas. Normalmente encontram-se associados com solos Litólicos Eutróficos e Planossolos Solódicos. São rasos ou moderadamente profundos, de alta fertilidade natural, moderado a imperfeitamente drenados, ácidos a praticamente neutros e com grande quantidade de minerais primários no perfil. Caracterizam-se, também, pela freqüente presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus ou matacões caracterizando aparentemente um pavimento desértico. A erosão laminar nestes solos, muitas vezes chega a ser severa ou até em sulcos repetidos.

Apresentam horizonte A fraco a moderado, de textura arenosa ou média e coloração bruna (marrom), enquanto o horizonte B possui estrutura moderada forte, textura argilosa a média e coloração avermelhada. Dentro deste grupo, há uma variedade - vértico - que contém teores mais elevados de minerais de argila do grupo montmorilonita, estrutura prismática e grau de consistência extremamente duro quando seco.

Apresentam fortes limitações ao uso agrícola, em particular, à agricultura irrigada, face aos inúmeros fatores impeditivos: longos períodos de estiagem com distribuição irregular das precipitações pluviométricas, forte susceptibilidade à erosão, relevo normalmente movimentado, presença de calhaus ou matacões na superfície dos solos, e não raro, a ocorrência de halomorfia principalmente no horizonte Bt.

6.8.13 Litólico Eutrófico e Distrófico

São solos pouco desenvolvidos, não hidromórficos, rasos a muito rasos. Apresentam seqüência de horizonte A - R, onde o horizonte A encontra-se assente diretamente sobre a rocha, ou sobre

materiais primários e blocos de rocha semi-intemperizados (A – C - R). Pode-se verificar em alguns perfis a formação de um horizonte B incipiente. O horizonte A apresenta-se fraco a moderado com textura arenosa, média argilosa ou siltosa, normalmente com fase pedregosa e rochosa, podendo ser eutróficos ou distróficos. Possuem drenagem moderada a acentuada, e são bastante susceptíveis à erosão, face a sua reduzida espessura.

Apresentam fortes limitações no que se refere à deficiência d'água no período seco e à difícil mecanização, em face da pequena profundidade dos solos e da pedregosidade / rochosidade superficial, não se prestando ao uso agrícola.

6.8.14 Latossol Vermelho Amarelo Eutrófico

Apresentam o horizonte B latossólico, não hidromórficos, possuindo uma dominância das frações areia e/ou argila e teores de silte normalmente baixos, em decorrência do estágio avançado de intemperização dos solos. São muito porosos, muito friáveis ou fiáveis quando úmidos, bem a fortemente drenados, normalmente bastante resistentes à erosão em decorrência da baixa mobilidade da fração argila, do alto grau de floculação e da grande porosidade e permeabilidade. A coloração varia do vermelho ao amarelo passando por todas as gamas intermediárias. Apresentam-se, normalmente, muito lixiviados e bastante intemperizados, com predomínio de sesquióxidos e argila 1:1, quase sempre caulinita, na fração mineral coloidal. São solos com alta saturação de bases, horizonte A moderado ou fraco e textura arenosa ou média.

São limitados fortemente pela falta d'água em decorrência das baixas precipitações pluviométricas, requerem para o seu uso racional a adoção de irrigação e de adubações complementares.

6.8.15 Latossol Amarelo Distrófico

Compreende solos com horizonte B latossólico, não hidromórficos, com predominância das frações areia e/ou argila com baixos teores de silte, em decorrência do estágio avançado de intemperização dos solos. São profundos a muito profundos, predominando as transições difusas e graduais entre os horizontes, de textura arenosa e média, bem a acentuadamente drenados, susceptíveis à erosão, porosos a muito porosos e muito friáveis. A coloração varia de vermelho ao amarelo ou ao bruno forte, sendo muito lixiviados e bastante intemperizados, com predomínio de sesquióxidos e argila do grupo 1:1, normalmente caulinita, na fração mineral coloidal. Estes solos, são em geral ácidos, com baixa saturação de bases.

O horizonte A apresenta-se freqüentemente fraco e de textura arenosa. A textura do horizonte B é predominantemente média. As maiores limitações ao uso estão relacionadas à deficiência de água provocada por um período longo de estiagem. Podem mostrar alta susceptibilidade à erosão, em função de sua textura superficial e estrutura física, que favorecem os processos erosivos, quando ocorrem, principalmente, em relevo com topografia mais movimentada.

6.8.16 Brunizem Avermelhado

Compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, argila de atividade alta, horizonte A erodido, alta soma de bases trocáveis e elevada saturação de bases. Caracteristicamente possuem nítida diferenciação de horizontes, apresentando grande contraste entre o horizonte A escuro erodido e o horizonte B de coloração bruno avermelhado a bruno amarelado escuro, freqüentemente com película de material coloidal (cerosidade) entre os elementos estruturais. São moderadamente profundos, raramente rasos, moderadamente drenados, bastante susceptíveis à erosão, e com regular quantidade de minerais primários facilmente decomponíveis no perfil. Apresentam elevada potencialidade agrícola. As principais limitações ao uso decorrem da escassez de água e da susceptibilidade à erosão, principalmente nas áreas de relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso.

6.8.17 Vertissolo

Compreende solos AC, argilosos a muito argilosos, com alto conteúdo de argila 2:1 (grupo da montmorilonita), que provoca expansões e contrações da massa do solo, aparecimento de “slikensides” nos horizontes subsuperficiais e fendilhamento dos solos na época seca, podendo ou não apresentar microrelevo constituído por “gilgai”. Durante a época chuvosa tomam-se encharcados, muito plásticos e muito pegajosos, em decorrência da drenagem imperfeita, com lenta a muito lenta permeabilidade, sendo portanto solos bastante susceptíveis à erosão, apesar de normalmente apresentarem relevo plano a suave ondulado.

Possuem elevada soma de bases trocáveis, alta saturação de bases, pouco profundos, reação praticamente neutra ou moderadamente alcalina, imperfeitamente ou mal drenados. A contração e expansão que se processa no interior dos perfis provoca o deslizamento da massa do solo, formando superfícies lustrosas, alisadas e estriadas (slikensides), que são inclinadas em relação ao prumo do perfil. Durante a época seca dá-se a contração da massa do solo, resultando no aparecimento de fendas que atingem até a superfície e danificam o sistema radicular das plantas. Através das fendas, materiais da superfície chegam até as partes mais profundas dos perfis. Por outro lado, no início da época chuvosa dá-se a expansão do solo e os materiais de baixo são pressionados, podendo eventualmente, serem expelidos para a superfície. Verifica-se, assim, um verdadeiro auto-revolvimento nestes solos.

Quanto à morfologia, estes solos apresentam seqüência de horizontes A e C. O horizonte A é fraco a moderado, textura argilosa ou muito argilosa, cores escuras, estrutura em blocos angulares e subangulares, com fraco grau de desenvolvimento e tamanho variando de pequeno a grande, raramente prismática. O horizonte C apresenta textura argilosa e muito argilosa, com cores predominantemente escuras, podendo ou não apresentar mosqueado, estrutura prismática, fraca ou fortemente desenvolvida, média a grande, com presença característica de “slikenside”, nítido, moderado ou fortemente desenvolvido. São também, em grande parte, limitados fortemente pela escassez de recursos hídricos.

6.8.18 Regossolo Eutrófico

Compreende solos AC, muito arenosos, pouco desenvolvidos (muitas vezes com cascalho ou cascalhamento), medianamente profundos ou profundos, em geral, com fragipan, apresentando médio a elevados teores de minerais primários facilmente intemperizáveis. O fragipan destes solos está presente na maioria dos perfis, geralmente situado sobre a rocha subjacente. Constatase, também, a presença de fragipan incipiente, em início de formação.

De um modo geral o fragipan apresenta mosqueado, e estrutura tipicamente maciça. As cores mais freqüentes são bruno claro acinzentado e bruno amarelo claro. São solos cuja drenagem está em função da profundidade onde se encontra o fragipan e a rocha, podendo variar desde moderada até excessiva.

Deve-se ter em vista também, a forte carência d'água em decorrência do longo período seco e da irregularidade na distribuição das precipitações pluviométricas.

6.8.19 Laterita Hidromórfica

Compreende solos minerais, imperfeitamente drenados, que se caracterizam por apresentar plinthite (situada imediatamente abaixo do horizonte A), coincidindo com os horizontes B_t e C (B_{tpl} e C_{pl}). O plinthite é de coloração variegada, com predomínio de cores avermelhadas e acinzentadas. São moderadamente a fortemente ácidos, ricos em sesquióxidos e pobres em matéria orgânica, com dominância de argilas caulínicas e de minerais de quartzo. São em geral de baixa fertilidade natural.

O horizonte A é maciço ou com estrutura fraca, de coloração normalmente bruno escuro ou bruno acinzentado com teores baixos a médios de matéria orgânica. O horizonte B_{tpl} é, em geral, espesso e tem suas características determinadas pela presença de plinthite, destacando-se a coloração variegada, estrutura pouco desenvolvida e acentuada compactação quando seco. As características morfológicas do horizonte C_{pl} são semelhantes às do B_{tpl}, diferenciadas essencialmente pelo maior desenvolvimento do plinthite, decréscimos nos teores de argila e maior quantidade de material semi-intemperizado na massa do solo.

Em decorrência de sua baixa fertilidade natural e más condições físicas, estes solos são raramente cultivados, sendo aproveitados muito precariamente com pecuária extensiva em meio à vegetação natural de caatinga. Constata-se, também, o uso incipiente com pequenas lavouras de subsistência (milho, feijão e mandioca), nas áreas onde o horizonte A se apresenta mais espesso.

São solos bastante susceptíveis à erosão, com horizonte B_{tpl} muito compactado e de baixa permeabilidade, o que dificulta a penetração das raízes. Além disso são solos de baixa fertilidade natural e com acentuada acidez.

6.8.20 Afloramentos de Rocha

Os Afloramentos de Rocha são tipos de terrenos representados por exposições de diferentes tipos de rochas, brandas ou duras, nuas ou com reduzidas porções de materiais detríticos grosseiros não consolidados, formando misturas de fragmentos provenientes da desagregação das rochas com material ferroso, especificamente não classificáveis como solos.

Constituem associações principalmente com os Solos Litólicos e ocorrem, também, como inclusões em áreas de outros solos. Estes afloramentos de rochas ocorrem principalmente na zona semi-árida, formando inselbergues e cristas com encostas íngremes, relevo forte ondulado e montanhoso. Nas superfícies suave onduladas e onduladas, os Afloramentos de Rocha são, também, encontrados. Estas exposições de rochas são nuas ou apresentam vegetação rala e baixa, constituindo formações rupestres xerófilas, onde são mais encontrados os representantes das bromeliáceas, cactáceas, velosiáceas, apocináceas e outras.

6.9 Vegetação

Este item baseia-se em trabalhos anteriores e apresenta uma análise compilatória sobre a cobertura vegetal da área de estudo. Neste sentido, observa-se que a cobertura vegetal da área ora estudada é predominantemente constituída pela caatinga arbustiva densa, a qual encontra-se geralmente associada ao domínio do embasamento cristalino. Nas áreas serranas das regiões de alto curso dos rios Pirangi e Choró constata-se a presença da caatinga de porte arbóreo, enquanto que na região periférica ao açude Pompeu Sobrinho ocorre a caatinga arbustiva aberta.

Nos tabuleiros arenosos do Grupo Barreiras, ocupando a região de baixo curso das bacias ocorre a vegetação de tabuleiros, a qual apresenta-se substituída em grandes extensões de áreas por cultivos de cajueiro. Na zona praiana, observa-se sobre o cordão de dunas a ocorrência de um capeamento gramíneo e de várias espécies herbáceas que agem como elementos fixadores se distribuindo de forma bastante irregular na área. As paleodunas, por sua vez, exibem urna vegetação de porte arbóreo, sendo representativas nas regiões do Pecém e Iguape.

Nas regiões de baixo/médio curso das bacias dos rios Pirangi, Choró, Pacoti, Cocó/Coaçu, Ceará/Maranguape, Cauhipe e São Gonçalo são verificadas nas várzeas dos eixos principais de drenagem a presença de densos carnaubais. Nas baixadas litorâneas que sofrem a influência das marés pode ser detectada a presença de manguezais, estando os principais associados aos rio Pirangi, Choró, Pacoti, Cocó/Coaçu e Ceará/Maranguape. Os manguezais do rio São Gonçalo estão praticamente erradicados.

As regiões serranas de Maranguape, Aratanha, Baturité e Juá/Conceição ostentam nos setores mais elevados uma vegetação exuberante de porte arbóreo denominada matas úmidas. Ocupando os níveis inferiores dos citados relevos cristalinos, e portanto, a retaguarda da floresta citada, encontra-se as matas secas. Esta última formação vegetal recobre, ainda, relevos cristalinos mais baixo denominados serrotes.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição das diferentes tipologias vegetais que ocorrem no território das Bacias Metropolitanas, cuja distribuição pode ser visualizada no Desenho 6 (Anexo 1).

6.9.1 Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular (Matas Úmidas)

Localiza-se nos setores mais elevados das serras de Maranguape, Baturité, Aratanha, Juá e Conceição. A altitude e a exposição aos ventos úmidos, que favorecem as chuvas orográficas, são os principais fatores que condicionam a instalação desse ecossistema. As condições de acentuada umidade nas vertentes de barlavento (voltadas para o oceano) determinam a formação de solos profundos, da classe Podzólico Vermelho Amarelo, favorecendo a fixação desse revestimento vegetal de grande porte.

Sua composição florística caracteriza-se por árvores que alcançam até 30 m, com espécies que conservam 75 a 100% das folhas durante o ano. Dentre as espécies dominantes nessa unidade, destacam-se: babaçu (*Orbignya martiana*), potumuju (*Centrolobium robustum*), jatobá (*Himeneae courbaril*), tuturubá (*Lucuna grandiflora*), piroá (*Basiloxylom brasiliensis*) etc.

6.9.2 Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial (Matas Secas)

Recobre os níveis inferiores (meia encosta) e vertentes de sotavento dos relevos acima citados, assim como dos serrotes que se distribuem no território das Bacias Metropolitanas. Ocorre em setores de declividade média a alta, com solos rasos, do tipo Litólico, onde os afloramentos rochosos são frequentes e a temperatura é mais elevada do que no ambiente da floresta úmida. Essas características são mais marcantes nas encostas voltadas para oeste (sotavento), onde o intemperismo físico é o principal processo modelador da paisagem.

Trata-se de uma cobertura vegetal de porte arbóreo, intermediária entre floresta úmida e caatinga que circunda esses relevos. A maioria das espécies apresenta queda de folhas nos períodos de estiagem. Destaca-se, entre outras, as seguintes espécies: angico (*Anadenanthera macrocarpa*), aroeira (*Astronium urundeuva*), Gonçalo Alves (*Astronium fraxinifolium*), mulungu (*Erythrina velutina*) e sipaúba (*Thiloua glaucocarpa*).

Essas áreas têm sido exploradas agricolamente, embora haja restrições de uso devido aos riscos de erosão. Em consequência dos desmatamentos, alguns setores das vertentes secas estão sendo amplamente ocupados pela vegetação de caatinga, a qual já atinge níveis topográficos elevados.

6.9.3 Complexo Vegetacional Litorâneo (Vegetação dos Tabuleiros)

Os tabuleiros litorâneos tem como característica apresentar uma vegetação densa, de porte médio, além de contar com sub-bosque e com um estrato herbáceo periódico. Predominam as espécies *Guettarda angelica* (angélica), *Diocica Seleroarpa* (mucunã de batata), *Bauhinia forticata* (mororá), *Chicocca racemosa* (cainca), *Helicteres heptandra* (saca-rolhas), *Andira sp* (angelim) e *Ouratea fieldingiana* (batiputá), entre outros.

Esporadicamente pode ser encontrado em alguns setores um padrão de vegetação que apresenta similaridades com o cerrado. Tal semelhança pode ser identificada não só pela fisionomia da vegetação, mas também pela presença de espécies peculiares a esse tipo de vegetação, algumas delas representando formas variantes e outras sem correspondentes no ceifado, embora com adaptações equivalentes de natureza escleromorfa. As principais espécies encontradas neste

ambiente são: *Curatelia americana* (lixreira), *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Stryphnodendron coriaceum* (barbatimão), *Anacardium humile* (cajul), entre outros.

O conjunto vegetacional dos tabuleiros não se apresenta homogêneo, principalmente quando se analisa o padrão fisionômico da vegetação. São constatadas duas feições distintas de plantas lenhosas, compreendendo vegetação subperenifólia e vegetação caducifólia. Esta última ocorrendo nas áreas mais afastadas do litoral, em decorrência da maior semi-aridez do clima regional, apresentando uma maior penetração de espécies da caatinga. São comuns as espécies: *Caesalpiniaferrea* (jucá), *Mimosa acustistipula* (Jurema preta), *Jatropha pohliana* (pinhão bravo), *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Croton hemiargyreus* (marmeleiro) e *Combretum leprosum* (mofumbo).

6.9.4 Complexo Vegetacional Litorâneo (Manguezais)

Os mangues são ecossistemas formados, principalmente, nas áreas estuarinas ou de planícies flúvio-marinhas, que se caracterizam pela mistura de água doce e água salgada. São, portanto, ambientes mistos criados pela atuação conjunta de processos continentais e marinhos, os quais proporcionam a deposição de sedimentos siltycos-argilosos, muito ricos em matéria orgânica e que sustentam a vegetação típica dos mangues, denominada manguezais. Sua distribuição estende-se, também, para montante dessas áreas, acompanhando os cursos d'água até onde se faz sentir os efeitos da penetração das marés, e formam faixas de transição com as florestas ribeirinhas. No território das Bacias Metropolitanas, os principais manguezais estão associados aos rios Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Pacoti, Choró e Pirangi. Os manguezais do rio São Gonçalo foram praticamente erradicados.

Sua composição florística é representada pelas seguintes espécies arbóreas: mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*), mangue siriúba (*Avicennia shaueriana*), mangue canoê (*Avicennia nitida*) e o mangue de botão (*Canocarpus erecta*). Além das árvores, os mangues abrigam grande variedades de plantas epífitas (que se apóiam em outras), como bromélias, orquídeas e samambaias, assim com líquens, que se fixam nas copas, formando o estrato superior dos manguezais. Por outro lado, as raízes e os troncos são intensamente ocupados por algas marinhas.

Os manguezais constituem ecossistemas complexos e frágeis, que desempenham importantes funções ambientais tanto do ponto de vista físico quanto biológico e são susceptíveis a profundas alterações em suas características, quando submetidos à ocupação e exploração dos seus recursos. São áreas importantes para a reprodução de um grande número de espécies de peixes, crustáceos e moluscos de valor econômico para o homem, servindo também, como abrigo para reprodução, alimentação e descanso de aves aquáticas. Por outro lado, funcionam como filtros naturais, retendo os sedimentos oriundos das áreas erodidas, bem como poluentes. Fornecem, ainda, ao longo dos rios, proteção contra as enchentes, diminuindo a força das inundações e preservando os campos agricultáveis adjacentes. São considerados áreas de preservação permanente.

6.9.5 Complexo Vegetacional Litorâneo (Vegetação de Dunas)

Nos campos de dunas, as áreas localizadas mais próximas do mar caracterizam-se por vegetação pioneira, onde predominam gramíneas e várias espécies rasteiras que amam como agentes fixadores contra a deflação eólica. Como espécies mais representativas, destacam-se: salsa-da-praia (*Ipamoca pes-caprae*), bredo-da-praia (*Iresine portulacoides*), capim-da-praia (*Paspalum vaginatum*), cipó-da-praia (*Remireo marítima*) e oró (*Phaseolus panduratus*), além de arbustivas como o murici (*Byrsonima cericea*).

As dunas edafizadas ou em processo de edafização, onde desenvolveu-se um perfil de solo, situam-se à retaguarda dos campos de dunas móveis e apresentam um revestimento vegetal de porte arbóreo, caracterizado por espécies que ocorrem em outras unidades fito-ecológicas. Os principais representantes de sua flora são: João-mole (*Pisonia tormentosa*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), pau d'arco roxo (*Tabebuia avellanede*), tatajuba (*Chloroflora findaria*) e cajueiro (*Anacardium occidentale*). São consideradas áreas de preservação permanente, tendo ocorrência nas bacias do São Gonçalo, Gereraú, Cauhipe, Catu, Caponga Funda e nas Faixas Litorâneas de Escoamento Difuso (FLED).

6.9.6 Cerrado

Registra-se manchas deste tipo de vegetação ocorrendo sobre os tabuleiros litorâneos, a oeste das cidades de Cascavel e Caucaia, nas bacias do Malcozinhado e Juá/Ceará, respectivamente. Ilhada pela vegetação de tabuleiros que se apresenta heterogênea face a penetração de espécies da caatinga, esta mancha atesta o saldo florístico de uma antiga cobertura vegetal que ao longo do tempo sofreu modificações na dependência das alterações climáticas e conseqüentemente, pedológicas. As espécies de caatinga já invadem a área de cerrado em diferentes proporções. Fisionomicamente o cerrado é constituído de um estrato arbóreo, com indivíduos isolados ou em grupos e um estrato herbáceo de gramíneas e dicotiledôneas. Entre as espécies de cerrado encontram-se: lixeira (*Curatelia americana*), carvoeiro (*Callisthene fasciculata*), cajú (*Anacardium microcarpum*) e faveiro (*Dimorphandra gardneriana*), entre outras.

6.9.7 Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea, Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta)

Ocupa uma porção considerável do território das Bacias Metropolitanas, associando-se aos domínios dos terrenos cristalinos da Depressão Sertaneja, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade, freqüentemente revestidos por pavimentos detríticos (seixos). Constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, ostentando padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos, e faixas de transição para outras unidades fito-ecológicas. Apresenta espécies arbóreas e arbustivas, podendo ser densa ou aberta, refletindo as relações mútuas entre os componentes do meio físico, tais como: relevo, tipo de rocha, tipo de solo e grau de umidade.

Encontra-se bastante descaracterizada, tanto pela interferência antrópica, através da agricultura, pecuária e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada. A degradação da caatinga arbórea determina a maior expansão das espécies arbustivas, reduzindo a

diversidade da flora e modificando o equilíbrio ecológico. Tendo em vista os fatores limitantes para a atividade agrícola (clima, profundidade do solo, pedregosidade superficial, deficiência hídrica e erosão), tem-se praticado nesses ambientes uma agricultura nômade, em que, após dois ou três anos, a área é abandonada, favorecendo o aparecimento de uma vegetação secundária (capoeira) que não oferece nenhuma proteção ao solo e não possui nenhum valor econômico.

A caatinga arbustiva tem porte mais baixo do que a arbórea, com caules retorcidos e espinhosos, perdendo a folhagem nas estações secas. A exemplo da caatinga arbórea, a densidade maior ou menor dos indivíduos determina a fisionomia do conjunto, que pode ser classificado como caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta. As espécies mais representativas são: jurema (*Mimosa hostile*), catingueira (*Caesalpinha braeteosa*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), marmeleiro (*Croton sonderianus*) e mandacaru (*Cereus jamacaru*).

6.9.8 Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Matas Ciliares e Lacustres)

As planícies fluviais são áreas que apresentam boas condições hídricas e solos férteis, favorecendo a instalação de uma cobertura vegetal, cuja fisionomia de mata galeria ou ciliar, dominada por carnaubais, contrasta com a vegetação caducifolia e de baixo porte dos interflúvios sertanejos. A principal espécie que habita esses ecossistemas é a carnaúba (*Copernicea cerifera*), que normalmente ocorre associada ao mulungu (*Erythrina velutina*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), oiticica (*Licania rigida*) e ingá-bravo (*Lonchocarpus sericeus*), além de espécies arbustivas e trepadeiras. No território das Bacias Metropolitanas destacam-se as matas ciliares ou florestas ribeirinhas relacionadas às planícies dos rios São Gonçalo, Ceará, Cocó, Pacoti, Choró, Pirangi e outros menores.

Da mesma forma, as áreas de acumulação inundáveis (depressões de pequenos desníveis que acumulam água de chuva) e as áreas em tomo de lagoas e reservatórios d'água artificiais, que se caracterizam pela presença do lençol freático sub-aflorante, também suportam uma vegetação arbórea com palmeiras e um estrato rasteiro formado por gramíneas, denominada de floresta lacustre.

A seguir, apresenta-se a situação das matas ciliares nos principais cursos d'água da área de estudo, a saber: rios Choró, Pacoti, Cocó, Coaçu, Ceará, Maranguape, São Gonçalo, Cauhipe, Gereraú, Juá, Caponga Funda, Caponga Roseira e Catu.

6.9.8.1 Rio Choró

As nascentes dos riachos formadores do rio Choró apresentam sua cobertura vegetal relativamente preservada, sendo esta composta predominantemente pela caatinga de porte arbustivo. Na área de entorno do açude Pompeu Sobrinho observa-se a degradação imposta pelas atividades antrópicas, estando apenas cerca de 30% do seu perímetro com a vegetação da faixa de proteção preservada.

No trecho compreendido entre os açudes Pompeu Sobrinho e Pacajus, observa-se ao longo do rio Choró o predomínio de áreas agrícolas e antropizadas, sendo constatado inclusive o uso de

irrigação difusa em duas áreas. Neste trecho a mata ciliar apresenta-se praticamente erradicada, podendo ser visualizado apenas pequenas manchas esparsas.

A faixa de proteção do açude Pacajus apresenta-se na sua quase totalidade preservada, sendo composta predominantemente por vegetação de porte arbustivo, havendo ainda, manchas com vegetação de porte arbóreo. As áreas degradadas apresentam-se representativas apenas nas imediações de Pacajus e Chorozinho, cidades cujos crescimentos das malhas urbanas vem se processando em direção ao referido reservatório.

No trecho a jusante do açude Pacajus a mata ciliar de carnaúbas apresenta-se preservada formando uma larga faixa compacta próximo a área litorânea, que vai se estreitando a medida que se aproxima do açude Pacajus, apresentando-se pouco densa e entremeada pela vegetação de caatinga.

6.9.8.2 *Rio Pacoti*

O rio Pacoti apresenta na região de alto curso, mais especificamente na Serra de Baturité, sua mata ciliar relativamente preservada, composta por vegetação de porte arbóreo, sendo observadas apenas pequenas áreas antropizadas e uma com irrigação difusa imediatamente a jusante do açude Engenheiro Gudin.

No trecho compreendido entre as cidades de Redenção e Acarape observa-se a substituição da mata ciliar por cultivos agrícolas irrigados. Entre Acarape e o Sistema Pacoti/Riachão a fitofisionomia da mata ciliar passa a ter um padrão arbustivo, sendo observado pequenas manchas esparsas de área antropizadas.

A faixa de proteção do Sistema Pacoti/Riachão apresenta-se preservada, composta na sua maior parte por vegetação de porte arbóreo, sendo observado, também, o padrão arbustivo, As áreas degradadas são pouco significativas não tendo sido possível o seu mapeamento na escala adotada no mapa de uso atual do solo.

Imediatamente a jusante do açude Pacoti observa-se uma mancha de área antropizada. a partir da qual o padrão da mata ciliar vai se alternando, ora prevalecendo vegetação de porte arbóreo, ora arbustivo até as imediações da cidade de Aquiraz. Na área de entorno do núcleo urbano de Aquiraz observa-se uma extensa área antropizada que se estende até as imediações do manguezal do rio Pacoti.

6.9.8.3 *Rios Caponga Roseira, Caponga Funda, Catu e Malcozinhado*

Os rios Caponga Roseira, Caponga Funda, Catu e Malcozinhado apresentam suas matas ciliares compostas por vegetação de porte arbustivo, preservadas ao longo da quase totalidade da extensão dos seus talvegues.

Áreas antropizadas mais significativas são observadas nas cabeceiras dos rios Malcozinhado e Catu e na área de entorno da Lagoa da Encantada, na Bacia do Catu, principalmente na sua margem esquerda.

6.9.8.4 Rio São Gonçalo

As nascentes dos riachos formadores do Rio São Gonçalo apresentam sua cobertura vegetal preservada, sendo observado o predomínio de espécies arbóreas. No trecho compreendido entre a região da Serra de Baturité e o açude Sítios Novos, o Rio São Gonçalo tem sua mata ciliar composta predominantemente pela caatinga arbustiva, que avança até suas margens. Constatase, no entanto, a presença de grandes manchas de áreas antropizadas próximo a confluência com o riacho do Amanari e na área a montante do açude Sítios Novos.

A faixa de proteção do açude Sítios Novos apresenta-se preservada, sendo composta predominantemente pela vegetação de caatinga arbustiva, ocorrendo, também, uma mancha significativa de caatinga arbórea em sua margem esquerda. As áreas degradadas mais significativas são observadas no trecho final do reservatório. Imediatamente a jusante do açude Sítios Novos a mata ciliar do rio São Gonçalo apresenta-se substituída por cultivos agrícolas e áreas antropizadas por cerca de 13 km.

Estendendo-se da área a montante da Lagoa dos Talos até um pouco depois da confluência com o Riacho do Meio, a mata ciliar de carnaúbas forma uma estreita faixa compacta, relativamente preservada.

A faixa de proteção da Lagoa dos Talos, por sua vez, apresenta-se substituída em grandes extensões de área, por culturas agrícolas e áreas antropizadas, principalmente na porção norte de sua margem esquerda. No restante da área, observa-se o predomínio da vegetação de porte arbustivo na margem direita e arbóreo na margem esquerda. A vegetação de mangue outrora existente na região da referida lagoa foi erradicada após a execução de sucessivos barramentos ao longo do corpo da lagoa, os quais alteraram o seu regime hídrico.

6.9.8.5 Sistema Ceará/Maranguape

Embora as nascentes dos riachos formadores do Rio Ceará apresentem-se preservadas, observa-se na região de suas cabeceiras a presença de extensas áreas degradadas, cuja vegetação apresenta-se substituída por cultivos agrícolas ou áreas antropizadas, com destaque para as áreas de entorno dos açudes Ipueiras e Bom Princípio.

No restante do traçado do rio, a mata ciliar é composta por vegetação de porte arbustivo relativamente preservada, passando a apresentar porte arbóreo na região de influência da Sena do Juá. A partir daí uma estreita faixa de mata ciliar de carnaúbas se estende até o manguezal na região litorânea.

O rio Maranguape, por sua vez, tem a cobertura vegetal de suas nascentes preservada, sendo composta por vegetação de porte arbóreo. Ao longo do seu traçado a mata ciliar apresenta alternância do predomínio de vegetação de porte arbóreo e arbustivo, situação que se altera após o rio adentrar a cidade de Fortaleza. A partir deste ponto sua mata ciliar apresenta-se praticamente erradicada, sendo substituída por áreas urbanizadas, ocorrendo apenas em pequenas manchas bastante dispersas.

6.9.8.6 Sistema Cocó/Coaçu

O Rio Cocó tem a cobertura vegetal da sua nascente, na serra de Pacatuba, relativamente preservada, sendo observado o predomínio de espécies de porte arbóreo. A faixa de proteção do açude Gavião apresenta-se composta em sua quase totalidade por vegetação arbórea, estando as áreas antropizadas restritas a uma pequena mancha na sua margem direita, e a área imediatamente a jusante do reservatório.

Após adentrar o território da cidade de Fortaleza, o rio Cocó tem sua mata ciliar substituída por áreas urbanizadas, podendo ser observado ao longo do seu percurso apenas pequenas manchas esparsas bastantes degradadas.

A mata ciliar do Coaçu, por sua vez, apresenta ao longo do seu traçado o predomínio de vegetação de porte arbóreo. Constata-se, ainda, a presença significativa de áreas onde a vegetação arbustiva apresenta-se dominante, principalmente, na sua margem direita. Áreas antropizadas são observadas, apenas na região de alto curso, próximo às cabeceiras do fio.

As faixas de proteção da lagoa da Precabura é composta por vegetação de porte arbustivo, a qual apresenta-se substituída em diversos pontos por cultivos agrícolas e áreas antropizadas, sendo constatado em seu entorno a presença de sítios e chácaras.

No trecho compreendido entre a lagoa da Precabura e o manguezal do Cocó, a mata ciliar apresenta-se bastante degradada, sendo substituída em diversos pontos por áreas antropizadas.

6.9.8.7 Rio Cauhipe

A região de alto curso do rio Cauhipe apresenta sua mata ciliar composta por vegetação de porte arbóreo, estando as áreas de nascentes bem protegidas. Na faixa de proteção do açude Cauhipe pode ser constatada a presença de vegetação de porte arbóreo relativamente preservada na margem esquerda, enquanto que na outra margem predomina as espécies arbustivas.

A mata ciliar de carnaúba se estende por cerca de 15 km a partir do lagamar do Cauhipe, formando uma faixa estreita e compacta. Na área de entorno do lagamar do Cauhipe a presença de áreas antropizadas é bastante significativa, sendo constatado, também, pequenos cultivos agrícolas dispersos. Na porção norte de sua margem esquerda observa-se o avanço da vegetação de porte arbóreo até o corpo da lagoa. Situação semelhante ocorre na porção sul da margem esquerda, sendo neste caso a vegetação de porte arbustivo.

6.9.8.8 Rio Juá

A mata ciliar do rio Juá apresenta-se relativamente preservada, sendo observado o predomínio de vegetação de porte arbóreo no seu alto e médio curso. A cobertura vegetal de sua nascente, posicionada na serra do Juá, apresenta-se conservada.

Na área de entorno da lagoa do Poço, por sua vez, predomina a vegetação de porte arbustivo, a qual apresenta-se substituída em diversos pontos por áreas antropizadas e cultivos agrícolas, tendo-se constatado o avanço da área urbana da localidade de Icaraí em sua direção, já existindo algumas casas às margens da lagoa.

6.9.8.9 Rio Gereraú

A mata ciliar apresenta-se em boas condições na maior parte do seu traçado, sendo composta por vegetação de porte arbustivo. A presença de áreas antropizadas apresenta-se mais significativa ao sul do lagamar Gereraú e no seu baixo curso próximo ao limite com os campos de dunas.

7. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – MEIO ANTRÓPICO

7.1 Demografia

A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) constituída de 13 municípios ocupa uma área de 4.966,10 Km², que representa 3,4% do Estado.

Na época do Censo de 1991 a Região Metropolitana de Fortaleza era constituída pelos municípios de Aquiraz, Caucaia, Eusébio, Fortaleza, Guaiuba, Maracanaú, Maranguape e Pacatuba, com uma população de 2.247.910 habitantes. Em 1996 com a incorporação dos municípios de Horizonte, Chorozinho, Pacajus, Itaitinga e São Gonçalo do Amarante, a RMF passou para 2.723.900 habitantes. Dados do IBGE Censo-2000 indicaram um total de 2.984.689 pessoas residentes na RMF, representando 40% da população total do Estado (7.430.661 hab.).

A distribuição da população entre os municípios, que compõem a RMF se apresenta de modo heterogêneo. A maior concentração populacional está situada no município de Fortaleza, com 2.141.402 habitantes correspondendo a 71,7% da RMF. A densidade demográfica, da RMF apresenta 601 hab/km², sendo 12 vezes maior a do estado que é de 50,7 hab/km².

Em termos de gênero, a distribuição da população na RMF esta representada em maior número por 1.139.166 mulheres (53,2%), e 1.002.236 homens (46,8%), ainda com maioria em 9 municípios.

Segundo o Censo do IBGE – 2000 cerca de 96,5% população da RMF (2.881.264 habitantes) residem no meio urbano, enquanto que 3,5% (103.425 habitantes) residem no meio rural. Dois municípios apresentam o maior índice de urbanização, que são Fortaleza e Eusébio com 100% de suas populações residindo na zona urbana.

Os municípios de maior concentração populacional na Região Metropolitana de Fortaleza, em ordem decrescente são os seguintes: Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Maranguape, Aquiraz, Pacatuba, Pacajus, São Gonçalo do Amarante, Horizonte, Eusébio, Itaitiga, Guaiúba e Chorozinho.

O Quadro 1 a seguir, sintetiza os valores da população residente distribuídos nos 13 municípios que compõem a RMF.

QUADRO 1

POPULAÇÃO RESIDENTE NOS MUNICÍPIOS DA RMF

Município	População	Homens	Mulheres	População Urbana	População Rural	Área (km ²)	Densidade demográfica por km ²	% da população rural sobre a população total
Fortaleza	2.141.402	1.002.236	1.139.166	2.141.402	0	313,8	6.824	0,0
Caucaia	250.479	123.299	127.180	226.088	24.391	1.195,6	210	9,7
Maracanaú	179.732	88.406	91.326	179.170	562	82,0	2.192	0,3
Maranguape	88.135	43.449	44.686	65.268	22.867	672,0	131	25,9
Aquiraz	60.469	31.256	29.213	54.682	5.787	482,8	125	9,6
Pacatuba	51.696	25.346	26.350	47.028	4.668	141,0	367	9,0
Pacajus	44.070	21.741	22.329	34.301	9.769	241,9	182	22,2
São Gonçalo Do Amarante	35.608	18.354	17.254	22.077	13.531	845,80	42	38,0
Horizonte	33.790	16.976	16.814	28.122	5.668	191,9	176	16,8
Eusébio	31.500	15.739	15.761	31.500	0	78,0	404	0,0
Itaitinga	29.217	14.720	14.497	26.546	2.671	154,0	190	9,1
Guaiuba	19.884	10.082	9.202	15.611	4.273	259,00	77	21,5
Chorozinho	18.707	9.504	9.203	9.469	9.238	308,30	61	49,4
Total	2.984.689	1.421.108	1.562.981	2.881.264	103.425	4966,10	601	3,5

Fonte: Censo IBGE - 2000

Estes valores são melhor visualizados no gráfico abaixo.

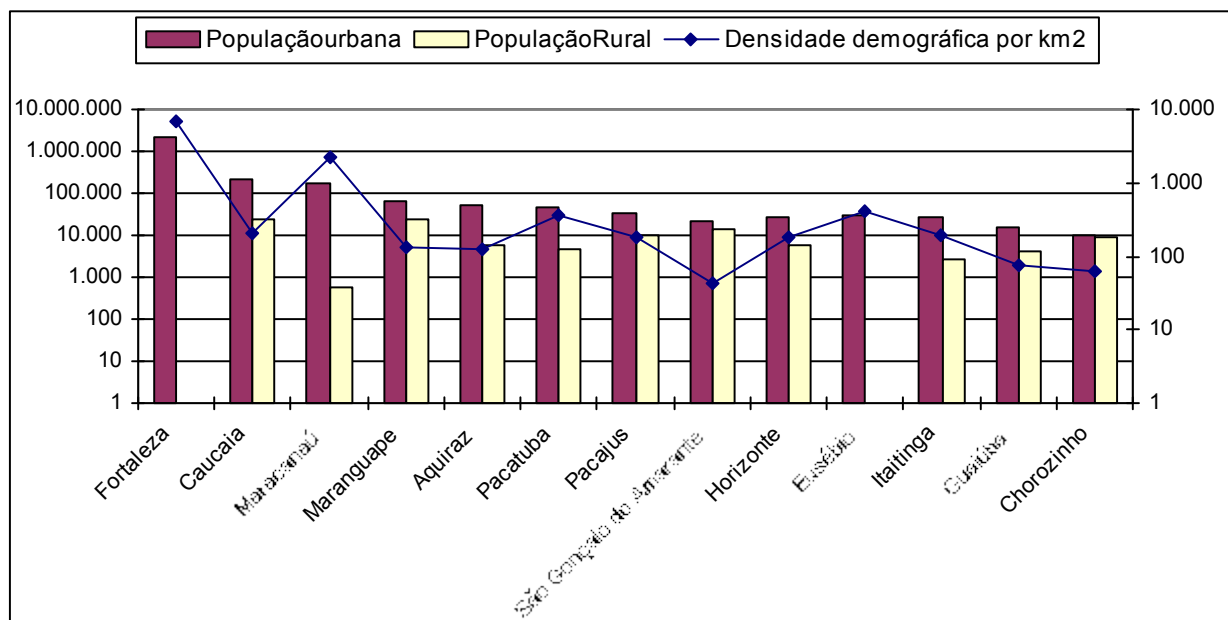


GRÁFICO 1 - População Residente nos Municípios da RMF.

O Quadro 2, a seguir, mostra os dados de população divulgados pelo o IBGE através dos censos de 1970 a 2000, para os 13 municípios que compõem a RMF.

QUADRO 2

TABELA 2A – POPULAÇÕES URBANAS, RURAIS E TOTAIS DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA - DADOS CENSITÁRIOS DE 1970, 1980, 1991, 1996 E 2000 (IBGE)

Município	Dados Censitários														
	1970			1980			1991			1996			2000		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Aquiraz	3.193	22.384	25.577	25.657	7.359	33.016	40.772	5.533	46.305	46.164	6.118	52.282	54.682	5.787	60.469
Caucaia	11.184	43.570	54.754	73.331	20.777	94.108	147.601	17.498	165.099	188.739	20.411	209.150	226.088	24.391	250.479
Chorozinho ¹	1.695	6.673	8.368	3.921	8.465	12.386	4.299	11.193	15.492	9.033	6.998	16.031	9.469	9.238	18.707
Eusébio ²	386	6.544	6.930	12.095	0	12.095	20.410	0	20.410	27.206	0	27.206	31.500	0	31.500
Fortaleza	827.628	30.352	857.980	1.307.611	0	1.307.611	1.766.637	0	1.766.637	1.965.513	0	1.965.513	2.141.402	0	2.141.402
Guaiúba ³	4.790	7.002	11.792	6.376	7.171	13.547	10.048	7.514	17.562	11.420	5.640	17.060	15.611	4.273	19.884
Horizonte	1.334	6.298	7.632	6.436	3.766	10.202	10.786	7.497	18.283	15.051	10.331	25.382	28.122	5.668	33.790
Itaitinga	72	8.506	8.578	10.167	1.937	12.104	19.772	3.003	22.775	22.747	3.139	25.886	26.546	2.671	29.217
Maracanaú ⁴	5.885	9.800	15.685	30.903	6.991	37.894	156.410	741	157.151	159.493	572	160.065	179.170	526	179.696
Maranguape	4.230	7.316	11.546	9.729	6.730	16.459	33.854	3.519	37.373	40.144	3.450	43.594	65.268	22.867	88.135
Pacajus	5.701	11.634	17.335	13.580	10.808	24.388	22.650	9.150	31.800	28.172	8.904	37.076	34.301	9.769	44.070
Pacatuba	4.230	7.316	11.546	9.729	6.730	16.459	33.854	3.519	37.373	40.144	3.450	43.594	47.028	4.668	51.696
São Gonçalo do Amarante	4.971	16.032	21.003	7.110	17.570	24.680	17.999	11.287	29.286	20.094	12.593	32.687	22.077	13.531	35.608
Total	875.299	183.427	1.058.726	1.516.645	98.304	1.614.949	2.285.092	80.454	2.365.546	2.573.920	81.606	2.655.526	2.881.264	103.389	2.984.653
Total no estado	1.780.093	2.581.510	4.361.603	2.810.351	2.477.902	5.288.253	4.162.007	2.204.640	6.366.647	4.713.311	2.096.483	6.809.794	5.303.741	2.113.661	7.417.402
% em relação ao estado	49,2	7,1	24,3	54,0	4,0	30,5	54,9	3,6	37,2	54,6	3,9	39,0	54,3	4,9	40,2

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000

7.2 Educação

Na área da educação, segundo dados do Censo do IBGE – 2000 na RMF existem 1.901 escolas do ensino fundamental, com 661.907 alunos matriculados e, para o ensino médio são 280 escolas com 149.247 alunos matriculados.

Os municípios que mais tem estabelecimentos de ensino e alunos matriculados em ordem decrescente são Fortaleza, Caucaia e Maracanaú.

Esses mesmos dados, indicaram uma taxa de alfabetização para pessoas com mais de 10 anos, de 69%, e o restante não sabiam ler e escrever.

Dentre os municípios da RMF, os que apresentaram maior taxa de porcentagem de analfabetismo com pessoas com mais de 10 anos foram Chorozinho (48,6%), Guaiúba (47,9%) e Aquiraz (45,1%).

O Quadro 3, a seguir, sintetiza os dados da educação nos 13 municípios que compõem a RMF.

QUADRO 3

DADOS SOBRE EDUCAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DA RMF

Municípios	População	População alfabetizada com mais de 10 anos	Alunos matriculados no ensino Fundamental	Alunos matriculados no ensino Médio	Escolas do ensino Fundamental	Escolas do ensino Médio	% da população analfabeta com mais de 10 anos sobre a população total
Fortaleza	2.141.402	1.547.475	440.761	118.871	1.093	230	27,7
Caucaia	250.479	156.268	61.963	7.620	207	14	37,6
Maracanaú	179.732	119.465	54.000	9.688	134	7	33,5
Maranguape	88.135	53.319	20.103	3.265	91	6	39,5
Aquiraz	60.469	33.171	14.662	1.506	90	4	45,1
Pacatuba	51.696	33.088	12.000	1.586	46	8	36,0
Pacajus	44.070	25.464	11.149	2.062	42	2	42,2
São Gonçalo do Amarante	35.608	20.011	8.858	1.019	43	5	43,8
Horizonte	33.790	18.876	9.361	1.171	33	1	44,1
Eusébio	31.500	18.834	9.914	1.038	33	1	40,2
Itaitinga	29.217	17.152	7.992	0	31	0	41,3
Guaiúba	19.884	10.357	5.687	841	28	1	47,9
Chorozinho	18.707	9.610	5.457	580	30	1	48,6
Total	2.984.689	2.063.090	661.907	149.247	1.901	280	30,9

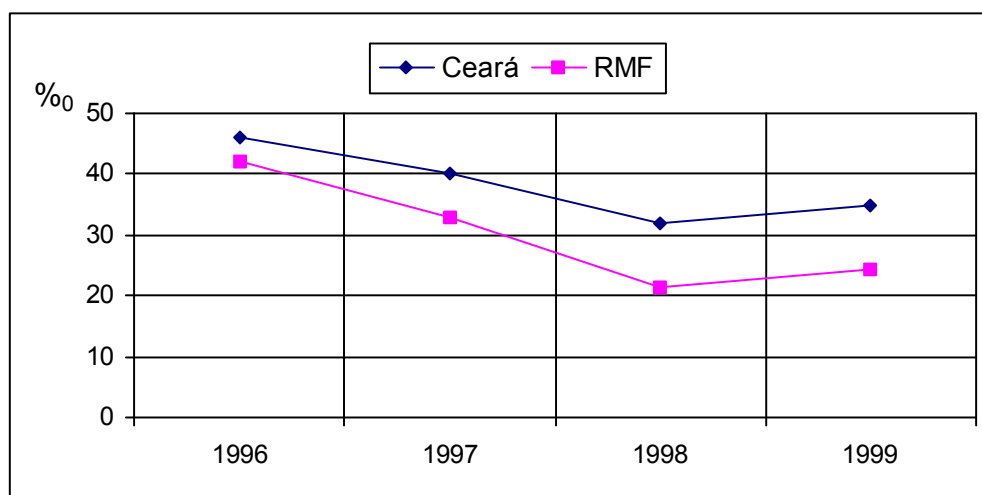
Fonte: Censo IBGE - 2000

7.3 Saúde (Hospitais, Ambulatórios)

A saúde constitui um dos elementos mais importantes para medir a qualidade de vida da população.

A taxa de mortalidade infantil - número de crianças que morrem antes de terem completado o primeiro ano de vida – da RMF foi de 24,4 ‰ em 1999, menor que a TMI registrada para o estado do Ceará que foi de 35%.

Esses índices têm mostrado um decréscimo nos últimos anos, já que a taxa em 1996 foram de 41,2 ‰ para a RMF e 46 ‰ para o estado. (Gráfico 1)



Fonte: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000, Tomo 1 (modificado)

GRÁFICO 2 - Taxa de Mortalidade Infantil – 1996/1999.

Atividades como a ação dos agentes comunitários de saúde, o programa de aleitamento materno, o tratamento correto das diarreias e os programas de vacinação, são fatores decisivos para a diminuição desses índices de mortalidade infantil.

Um bom número de hospitais, leitos e unidades ambulatoriais, são também indicadores de uma população com boa saúde. Os resultados não são muito animadores, pois segundo o Censo de 2000 do IBGE, na RMF existem 77 hospitais, 7.294 leitos e 635 unidades ambulatoriais, sendo a relação de 1:409 leitos por habitantes.

O Quadro 4, a seguir, sintetiza a quantidade de hospitais, leitos e unidades ambulatoriais nos 13 municípios que compõem a RMF.

QUADRO 4

DADOS SOBRE HOSPITAIS, LEITOS E UNIDADES AMBULATORIAIS NOS MUNICÍPIOS DA RMF

Município	População	Hospital	Leitos	Unidades Ambulatoriais	Relação de 01 leito/habitantes
Fortaleza	2.141.402	58	6.294	375	340
Caucaia	250.479	2	167	50	1500
Maracanaú	179.732	3	357	29	503
Maranguape	88.135	4	224	39	393
Aquiraz	60.469	1	46	23	1315
Pacatuba	51.696	1	12	24	4308
Pacajus	44.070	3	79	14	558
Eusébio	31.500	1	48	14	656
Horizonte	33.790	1	25	11	1352
Itaitinga	29.217	0	0	15	0
São Gonçalo do Amarante	35.608	1	21	17	1696
Guaiúba	19.884	1	13	10	1530
Chorozinho	18.707	1	8	14	2338
Total	2.984.689	77	7.294	635	409

Fonte: Censo IBGE - 2000

7.4 Sistema de Abastecimento d'Água

7.4.1 Histórico do Abastecimento Público de Água na RMF

Pesquisas realizadas no Plano Estadual dos Recursos Hídricos (Ceará, 1992), identificaram na distribuição pública de água à população de Fortaleza quatro fases distintas, cada uma com suas características próprias, no que diz respeito às soluções técnicas, administrativas e financeiras adotadas para resolver os problemas que se apresentaram durante sua história evolutiva.

7.4.1.1 Fase 1 - (1800 – 1900)

As margens do rio Pajeú surgiu em 1812 o primeiro chafariz que abastecia a população fortalezense de 1.500 habitantes.

Em 1837 foi construído o segundo chafariz e em 1845, quatro chafarizes: *Cacimba do Povo*, *Poçinho*, *Lagoinha* e *Jacarecanga* abasteciam uma população de 2.500 habitantes.

Em 1849 foi designado o primeiro administrador de água do Ceará, atendendo a interesses políticos e econômicos. Tinha como função a manutenção dos chafarizes e coibir as ações de destruição pela. Após dez anos, foi extinto o cargo de administrador de água.

A população de Fortaleza em 1860 era de 3.500 habitantes era atendida por apenas 02 chafarizes dos 04 inicialmente construídos. Objetivando diminuir o problema de abastecimento urbano, foi

contratada a *Ceará Water Company*, empresa londrina encarregada do serviço de abastecimento público de água.

O primeiro sistema de abastecimento de água de Fortaleza foi inaugurado em 29 de setembro de 1866, utilizando as fontes do Sítio Benfica, onde sua água era vendida à população em “canecos” (barril de 18 litros) ao preço de 20,00 réis. A iniciativa do abastecimento de água do sítio Benfica pode ser considerada como o primeiro empreendimento mais importante da fase mais antiga do abastecimento de Fortaleza. Com a seca (1877 – 1879) a companhia suspendeu o abastecimento local por falta de água nos reservatórios.

A partir do fechamento da *Ceará Water Company*, Fortaleza ficou a mercê dos “aguadeiros”, pessoas que “escavavam” cacimbas e poços para exploração e distribuição de água sem o menor critério de potabilidade. Em 1894 Fortaleza se encontrava em total descaso de suas condições sanitárias trazendo conseqüências negativas para a saúde pública dos quase 50.000 habitantes.

7.4.1.2 Fase 2 - (1900 – 1960)

A Superintendência de Estudos e Obras Contra as Secas foi criada em 07 de maio de 1906, chegando a construir 3 (três) poços, antes de ser extinta em agosto do mesmo ano de sua fundação.

Em 1912 foi projetada pelo engenheiro João Felipe Pereira o primeiro sistema de abastecimento de água e esgoto sanitário para Fortaleza denominado *Sistema Acarape do Meio*, concluído em 1927. Era constituído por 01 manancial – açude Acarape do Meio ($34 \times 10^6 \text{ m}^3$), 1 (uma) Estação de Tratamento de Água – ETA, 02 (dois) reservatórios elevados, localizados na Praça Clóvis Beviláqua, e 01 rede de distribuição de água domiciliar que atenderia 47.657 habitantes.

No ano de 1954 foram construídos mais 04 reservatórios elevados, localizados na Praça Clóvis Beviláqua (500 m^3), 02 na rua João Cordeiro esquina com Avenida Antônio Sales ($500 \text{ e } 1.000 \text{ m}^3$), e 01 na rua Tibúrcio Cavalcante esquina com a Avenida Antônio Sales (500 m^3).

Em 1956 a capital cearense contava com 01 emissário de 600 metros e uma estação elevatória, localizada no Passeio Público. Em 1960, Fortaleza agravou-se com sérios problemas de abastecimento de água refletindo-se diretamente nas condições de saúde da população, principalmente na sua população infantil, pois a taxa de mortalidade dessa faixa etária, de 175/1.000 era das mais altas do país, tendo como principal causa mortis, as doenças de veiculação hídrica.

7.4.1.3 Fase 3 - (1960 – 1990)

Em 1960 a cidade de Fortaleza possuía uma população de 507.108 habitantes, dos quais 65.000 (12,8%) recebiam água distribuída pelo sistema público e tinham 39 km de rede coletora de esgoto, atendendo 5,7% da população.

A partir de 1962 foram executadas obras emergenciais, dentre elas a construção de 52 poços profundos no aquífero dunas na faixa costeira do município, nova adutora do açude Acarape,

Estação de Tratamento de Água – ETA e várias subadutoras interligando a ETA a vários reservatórios.

A construção do açude Gavião ($54 \times 10^6 \text{ m}^3$) no ano de 1974 e, posteriormente, sua integração ao sistema Pacoti-Gavião ($424 \times 10^6 \text{ m}^3$) em 1978, foram passos relevantes para atender a demanda de água para Fortaleza.

Com o longo período de seca vivenciado nos anos de 1979 a 1983, o governo estadual realizou várias obras de emergência, dentre elas, o Sistema Pacoti-Riachão-Gavião, várias estações de tratamento – ETA, elevatórias e o aumento na rede de distribuição de água.

7.4.1.4 Fase 4 - (1990 até o presente)

Em 1992 foi concluída a obra do açude Pacajus ($150 \times 10^6 \text{ m}^3$) que complementou o sistema Pacoti-Riachão-Gavião totalizando uma reserva de $661 \times 10^6 \text{ m}^3$ para a distribuição de água em toda Região Metropolitana de Fortaleza.

Em 1993, a cidade de Fortaleza passa por outra seca, criando uma situação de calamidade pública. Em poucos meses foi construído o canal do trabalhador, que capta as águas do rio Jaguaribe, para diminuir os efeitos negativos resultante da falta de água.

O canal percorre uma extensão de 115 km (101 km de Itaiçaba ao açude Pacajus e mais 14 km deste ao açude Pacoti) com seção trapezoidal (12,5 m de base maior, 5,0 m de base menor e 2,5 m de profundidade), declividade de 1,2 cm/km, lâmina d'água de 2,36 metros, velocidade de fluxo de 0,30 m/s e vazão de $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

No ano de 1996 foi assinado perante a Secretaria de Recursos Hídricos o Projeto SANEAR com a promessa de elevar de 19 para 60% o índice da população atendida com rede de esgoto, o que tornaria Fortaleza a capital brasileira com um dos maiores índices de atendimento em esgotamento sanitário.

Segundo dados do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário (CAGECE, 2001), atualmente, 60% da área de Fortaleza esta coberta com esgotamento sanitário, sendo que 235 mil domicílios (41%) se encontram ligados à rede.

Estima-se que nos próximos cinco (5) anos, 70% da área de Fortaleza deverá estar coberta com rede de esgoto, quando deverá ser concluído o Projeto Sanear II.

7.4.2 Abastecimento d'Água na RMF

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CACECE), vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SOU), é o principal órgão responsável pelas ações de saneamento básico em termos de abastecimento d'água no território da RMF.

Atualmente, na região das bacias que englobam a RMF, estão sendo atendidas com o sistema 29 sedes municipais e 4 distritos, totalizando assim, 33 localidades com sistema de abastecimento

d'água, dos quais 97,0% são operados pela CAGEGE e 3,0%, o correspondente a apenas uma sede municipal, tem como órgão operador o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) em convênio com a prefeitura e apoio técnico da Fundação Nacional de Saúde (FNS). Foram identificadas três sedes municipais sem sistema de abastecimento d'água, mas que já contam com obras de implantação do sistema em andamento. É o caso de Eusébio, Ocara e Ibareta. Também conta com obras de ampliação do sistema de abastecimento d'água em andamento, a localidade de Pecém, distrito de São Gonçalo do Amarante.

Ressalte-se, contudo, que este aparente bom nível de cobertura diz respeito somente ao número de localidades: na realidade, em parte os sistemas só atendem uma parcela da cidade, resultando ser bastante diferente o nível de cobertura quando o parâmetro utilizado é a população urbana.

O Programa de Desenvolvimento do Nordeste (PRODETUR/NE), que objetiva incrementar a indústria do turismo na região nordeste com ações de infra-estrutura básica de serviços públicos, contempla com projeto executivo de abastecimento d'água as localidades de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba, Cumbuco I e II, todas localizadas no município de Caucaia. Além dessas localidades, está também previsto, o suprimento d'água para o Complexo Industrial/Portuário do Pecém, já em execução.

O suprimento hídrico do Sistema Oeste, no qual estão inseridos, o Porto do Pecém e as comunidades da Costa Oeste, se fará em parte através de açudes existentes e a serem construídos, bem como mediante exploração de reservas subterrâneas dos aquíferos Dunas e Barreiras, e lagoas interdunares (lagoa do Banana e Parnamirim). Ressalta-se, contudo, que tais reservas, tanto superficiais como subterrâneas, não têm capacidade de suprir adequadamente a demanda local programada.

O sistema hídrico previsto para suprir a demanda d'água da região oeste, incluindo o Complexo Industrial/Portuário do Pecém deverá ser implantado em três etapas: a primeira etapa corresponde ao sistema básico Canal Sítios Novos - Pecém/adutora; a segunda a implantação do Canal Principal de Integração, que se inicia no canal Sítios Novos - Pecém e vai até a derivação para a adutora de água bruta que abastecerá parcialmente o sistema adutor das praias oeste, através de reservas subterrâneas; finalmente a terceira etapa constará da implantação das obras de interligação entre os sistemas de suprimento d'água do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, da região litorânea alvo do PRODETUR, da Região Metropolitana de Fortaleza (açudes Pacoti/Riachão/Gavião) e das vazões a serem liberadas pelo açude Castanhão (em construção), através do eixo Sertão Central/Metropolitanas, do Programa PROGERIRH.

Quanto à fonte hídrica dos sistemas de abastecimento d'água existentes na área das Bacias Metropolitanas, 66,7% destes utilizam mananciais de superfície (açudes, lagoas, canal de interligação ou fontes), 24,2% adotam o uso de águas subterrâneas (poços) e 9,1% utilizam dois tipos de fontes de suprimento hídrico (açude e poço ou fonte e poço).

Com relação ao tipo de tratamento dado à água, este vai da simples filtração rápida até métodos mais complexos, conforme a necessidade local. Nos municípios não atendidos com abastecimento d'água, a população faz uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, utilizando, quando muito, o hipoclorito para tratamento da água destinada ao consumo.

Ainda que a muito grave situação do sistema de abastecimento de Fortaleza vá ser marcadamente enfocada, vale a pena ressaltar, desde logo, que tal sistema requer intervenções urgentes como forma de atender às demandas, não só as hoje sem adequado suprimento que estão aumentando excessivamente em face, principalmente, da implantação de grandes empreendimentos, a exemplo do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, ora em construção. Nesse contexto, algumas intervenções são consideradas absolutamente prioritárias como é o caso da redefinição de mananciais principalmente pela transposição de águas da bacia do Rio Jaguaribe através do açude Castanhão, em fase de implantação; e da ampliação da Estação de Abastecimento D'água do Gavião (ETA - Gavião, que opera hoje com uma sobrecarga nominal de mais de 1 m³/s. Além do mais a muito curto prazo, necessita-se urgentemente da recuperação e melhoria do Canal do Trabalhador, a fim de que possa aduzir a vazão inicialmente projetada de cerca de 5,0 a 6,0 m³/s.

A infra-estrutura de abastecimento d'água nas Bacias Metropolitanas ainda está aquém das necessidades das suas populações, apresentando 25,0% das localidades com sistema de abastecimento revelando índice de cobertura inferior a 50,0%. Apesar da maioria das cidades e distritos contar com índice de cobertura maior que 50,0%, o equivalente a 75,0% das localidades, os sistemas de abastecimento d'água em operação requerem melhorias que envolvam, desde a substituição de materiais, equipamentos, tubulações, ampliações das diversas unidades dos sistemas, introdução de novas tecnologias de controle de perdas e de tratamento d'água, tratamento das águas residuárias da lavagem dos filtros das ETA's, até a automação dos sistemas.

Em algumas cidades os dados mostram que a população abastecida é superior à população urbana, ficando o índice de atendimento maior que 100,0%. Nesses casos, considera-se que a área urbana delimitada pelo IBGE, com o tempo, é ultrapassada pela necessidade de extensão da rede de distribuição e conseqüente aumento na população abastecida, sendo então incorporado ao cadastro técnico da empresa operadora como área urbana.

7.5 Rede de Esgotamento Sanitário

Os municípios que constituem a RMF, bem como os outros que compõem o estado do Ceará, apresentam deficiências no atendimento do sistema de esgotamento sanitário. Segundo dados publicados pelo IBGE no Censo – 2000, 277.315 (38,3%) dos domicílios inseridos na RMF são cobertos por rede de esgoto, atendendo aproximadamente 1.137.000 habitantes, sendo que a maioria das ligações encontram-se concentradas nos municípios de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE opera o sistema de esgotamento sanitário em 3 sedes municipais na RMF - Fortaleza, Caucaia e Maracanaú (Quadro 5). De acordo com a CAGECE existem três sistemas de esgotamento sanitário para a RMF: o Sistema de Disposição Oceânica Vertente Marítima (EPC - ETO), os Sistemas Isolados e o Sistema Integrado do Distrito Industrial SIDI (Maracanaú).

QUADRO 5

SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO OPERADOS PELA CAGECE NA RMF

Cidade	População atendida (hab.)	Nº de economias ativas	Tipo de tratamento	Volume coletado (m ³)
Fortaleza	934.458	230.816	ETE e Lagoa de estabilização	4.607.683
Caucaia	5.982	1.261	Lagoa de estabilização	19.915
Maracanaú	1.668	360	Lagoa de estabilização	8.048

O sistema de disposição oceânica, é constituído por bacias coletoras de esgoto, dois interceptores oceânicos: Leste e Oeste, uma estação de pré - condicionamento – EPC, uma estação de tratamento de odores – ETO e um emissário submarino. A partir da coleta dos esgotos nas bacias, as águas residuárias são enviadas para os dois interceptores, que por sua vez lançam na estação de pré-condicionamento e estação de tratamento de odores. Em seguida os esgotos são encaminhados para o Emissário Submarino que lançam os despejos no Oceano Atlântico, a uma distância de 3.330 m. Neste corpo d'água salgado os esgotos sofrem o processo da diluição e são afastados do litoral da R.M.F. pelas correntes marítimas. A capacidade real média atual do Sistema é de 1.400 l/s e a capacidade total do Sistema é de 4.200 l/s.

Os sistemas Isolados são representados pelos Conjuntos Habitacionais existentes na Região Metropolitana de Fortaleza. Um Sistema é formado por uma rede coletora de esgotos, uma estação de tratamento de esgotos – ETE e um corpo receptor (Rios, riachos, lagos etc.)

O Sistema Integrado do Distrito Industrial SIDI (Maracanaú) é constituído por Sete Conjuntos Habitacionais: Timbó, Jereissati I, Jereissati II, Novo Maracanaú, Acaracuzinho, Novo Oriente e Conj. Industrial. - 75 indústrias (têxteis, bebidas, alimentos, curtumes, papel etc). É um sistema que coleta esgotos domésticos e despejos industriais executa o tratamento destas águas residuárias e lança o efluente tratado no Rio Maranguapinho. Essa estação de tratamento de esgotos é formada por cinco lagoas de estabilização em série, abrangendo uma área de 82 há, sendo: - 1 Lagoa anaeróbia - 1 Lagoa facultativa - 3 Lagoas de maturação

O sistema antigo, com extensão total de rede coletora de 327 km, atende aos bairros da Aldeota, Meireles, Praia de Iracema e Centro, abrangendo cerca de 47,0% da área da Bacia Vertente Marítima e beneficiando uma população de quase 260 mil habitantes, equivalendo a um índice de atendimento de 14,76%. Além deste, outros sistemas isolados atendem à população de 13 bairros, totalizando, conforme dados da CAGECE, 585,58 km de rede coletora de esgoto. Contam ainda com sistema de esgotamento, os bairros de Mucuripe, Papicú, Varjota, Cais do Porto e Vicente Pinzon, executados através do PROSEGE.

Encontra-se em implantação as obras do Sistema de Esgotamento Sanitário de Fortaleza (SANEAR), com previsão de atendimento de 865,7 mil habitantes, extensão total de 972 km de rede geral e 126.1 mil ligações domiciliares atendendo a 157,7 mil economias. Do sistema proposto, já foram executados cerca de 959,5 mil metros de rede coletora, correspondendo a 98,68% do total, e 125.118 ligações domiciliares (99,2% do total contratado), das quais 91.824 já foram liberadas para operação. Nessa área contemplada pelo SANEAR, cerca de 40,0% tem

atendimento com esgotamento sanitário de 100,0%, outros 40,0% tem atendimento de 94,3% até 15,0% e 20,0% dessa área ainda não dispõe de obras executadas, não tendo sido atendidas com esgotamento sanitário.

O sistema de esgotamento sanitário da cidade de Maracanaú conta com projeto a ser implantado na área da cidade ainda sem cobertura desse serviço. O horizonte do projeto é o ano 2018, quando é previsto uma população atendida da ordem de 36,47 mil habitantes nas seis sub-bacias beneficiadas. A área abrangida pelo projeto totaliza 189 ha, e o sistema previsto tem a sub-bacia 04 interligada à rede coletora do conjunto Jereissati. As demais bacias terão seus efluentes convergindo para uma ETE com lagoas de estabilização, cujo corpo receptor dos efluentes tratados será o rio Siqueira.

A cidade de Caucaia dispõe de sistema de esgotamento sanitário, ainda que parcial, estando previstos projetos de ampliação da rede na sua área central, contemplando os bairros de Soledade (PRODETUR), Centro e Itambé (PROSEGE) e também no bairro de Jurema, contemplando o Parque Potira e o Parque Albano, no âmbito do programa PROSANEAR. Atualmente, encontra-se em fase de implantação o sistema de esgotamento dos bairros Marechal Rondon e Parque Guadalajara através do PROSANEAR, com previsão de atendimento final de 27,4 mil habitantes. O tipo de tratamento projetado é lagoa de estabilização, tendo como corpo receptor dos efluentes tratados um tributário do rio Ceará.

Recentemente, foi elaborado o Projeto Executivo de Abastecimento d'Água e Esgotamento Sanitário das Praias Oeste, através do PRODETUR, que contempla as praias de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco, no município de Caucaia, beneficiando uma população final de 285.250 habitantes no ano 2018. O sistema de esgotamento sanitário projetado para as Praias Oeste prevê a divisão da área em seis bacias de esgotamento. O fluxo dos efluentes brutos convergem e são recalcados para a torre de equilíbrio situada na bacia do Icaraí, sendo daí conduzidos gravitariamente através de um emissário com 4.840 m de extensão até a ETE, que será construída num sistema de lagoas de estabilização. Esse emissário de esgoto bruto receberá ainda os esgotos provenientes dos bairros Itambé, Centro e Soledade, da cidade de Caucaia, com projetos a implantar. Os efluentes tratados serão recalcados até o rio Ceará a partir de uma estação elevatória, sendo conduzidos por um emissário de 5.250 km.

A infra-estrutura de esgotamento sanitário no município de São Gonçalo do Amarante, alvo de investimentos como a implementação do Complexo Industrial-Portuário do Pecém, encontra-se com obras em implantação na sede e na área do Porto e adjacências (localidades de Pecém e Taíba).

O Complexo Industrial/Portuário do Pecém contará com sistema de esgotamento sanitário que prevê a divisão da área em quatro bacias. A primeira, e mais importante do ponto de vista de produção de efluentes, abrange as áreas onde serão implantadas as indústrias do pólo metalmeccânico, a siderúrgica, a refinaria, a termelétrica e as distribuidoras de derivados de petróleo. A segunda abrange a localidade do Pecém e áreas adjacentes, consideradas de expansão urbana. A terceira, por sua vez, é constituída pelo setor do porto, onde se localizam os armazéns, galpões e escritórios, e a quarta, é formada pelas sub-bacias independentes da Taíba e da Nova Talha. As bacias se interligam através de coletores troncos e quatro estações elevatórias cujos efluentes convergirão para a EE Principal que recalcará parte dos esgotos produzidos pelas Bacias 1 e 2 diretamente na chaminé de equilíbrio, situada próxima à plataforma da ponte e onde

se iniciará o emissário submarino, que terá extensão total de 1,94 km. A rede coletora é dupla, separando os efluentes domésticos dos industriais.

No que concerne aos efluentes da segunda bacia, em cuja área serão instaladas as indústrias, convém ressaltar que as mesmas, antes de lançarem seus efluentes na rede coletora do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, devem efetuar um tratamento prévio procedendo a retirada de material sólido, óleos, compostos químicos e outros resíduos agressivos ao meio ambiente. Além disso, águas residuárias com temperatura elevadas (maior de 40°C) devem ser submetidas a resfriamento antes de serem lançadas na rede coletora, conforme exigido pela SEMACE. O destino final dos efluentes industriais será o emissário submarino, ora em fase de elaboração de projeto executivo.

A Bacia 3 terá seus efluentes lançados diretamente na chaminé de equilíbrio através de uma estação elevatória. A Bacia 4 terá esgotamento sanitário independente das demais, contando com ETE do tipo lagoa de estabilização, com capacidade total de suportar efluentes gerados por uma população máxima de 60 mil habitantes.

As cidades de Maranguape e Eusébio não contam com sistemas de esgotamento sanitário, porém já apresentam projetos propostos através dos programas PROSANEAMENTO, PMSS e PASS/BID. Quanto às cidades de Aquiraz, Guaiuba, Itaitinga e Pacatuba estão sendo contempladas com sistema de esgotamento sanitário pelo programa PROSANEAMENTO, contando, inclusive, com obras de implantação em andamento.

7.6 Utilização Industrial

O crescimento do setor industrial do Estado do Ceará nos últimos anos vem se dando de forma acelerada como pode ser confirmado através de diversos indicadores. O consumo de energia elétrica pela indústria do Ceará, por exemplo, cresceu 9,7% no ano de 1998, ante uma taxa nacional de apenas 0,6%. No período de 1990/97, o Produto Interno Bruto (PIB) do Estado cresceu à média de 4,62% ao ano, acima dos 3,20% da média nordestina e dos 3,04% da brasileira. Tais resultados podem ser facilmente associados ao desenvolvimento do setor industrial, visto que a expansão de novos empreendimentos no Estado foi puxada por este setor (51,7%), seguido pelo de serviços (34,6%) e pela agropecuária (10,7%).

De acordo com os dados do IPLANCE - 1999 fornecidos pela SEFAZ – Secretaria da Fazenda, os municípios que compõem a RMF abrigam 6.529 indústrias de transformação, com mais outras dos ramos da Construção Civil (85), Extrativa Mineral (36) e Utilidade Pública (14).

A Região Metropolitana de Fortaleza concentra 57,7% do parque industrial do Estado do Ceará, com destaque para os municípios de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú. No município de Fortaleza localizam-se 81,1 % (5.185), das indústrias. A seguir destacam-se os municípios de, Maracanaú com 326 indústrias, Caucaia (299), Maranguape (129) e Eusébio (113). Os demais municípios apresentam menor número de indústrias como, Pacajus (72), Horizonte (67), Aquiraz (54), Itaitinga (41), Pacatuba (38), São Gonçalo do Amarante (34), Chorzinho (23) e Guaiuba (10).

O destacam-se nas indústrias de transformação ativas os gêneros de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos, Couros e Peles; Produtos Alimentares; Metalurgia; Mobiliário, Produtos Minerais Não Metálicos; Editorial e Gráfica; Têxtil e Químico.

O setor de Vestuários, Calçados e Artefatos de Tecidos, Couros e Peles é o que têm o maior número de indústrias 2.500 unidades, com 90,0% (2.250) localizadas no município de Fortaleza e em seguida Maracanaú (70). Em segundo lugar aparece o setor de produtos alimentares com 1.133 indústrias, e novamente uma maior concentração em Fortaleza com 76,9% (872) e em seguida Maracanaú (56).

Os setores Metalurgia, Mobiliário e Editorial/Gráfica, e vem em seguida com 383,367 e 360 unidades respectivamente, com maior concentração no município de Fortaleza.

As Quadros 6 e 7 apresentam as empresas industriais de transformação ativas em 1999, por gênero, segundo os municípios que compõem a RMF.

QUADRO 6

INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO ATIVAS, POR GÊNERO, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS DA RMF

Município	Minerais não metálicos	Metalurgia	Mecânica	Material Elétrico de comunicação	Material de transporte	Madeira	Mobiliário	Papel e papelão	Borracha	Couros, peles e produtos similares
Aquiraz	13	-	-	-	-	2	3	1	-	-
Caucaia	49	30	5	3	3	13	27	6	3	3
Chorozinho	8	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Eusébio	18	12	4	1	5	4	2	5	5	-
Fortaleza	165	300	73	56	36	118	303	32	26	55
Guaiúba	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Horizonte	10	4	2	1	1	1	2	1	-	1
Itaitinga	10	1	1	1	-	-	3	-	-	-
Maracanaú	18	29	8	9	7	18	17	6	-	3
Maranguape	7	3	2	1	-	3	1	1	1	1
Pacajus	6	2	1	-	-	5	5	1	-	1
Pacatuba	3	1	1	-	-	-	2	-	-	-
S. G. Amarante	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	321	383	97	72	52	168	367	53	35	64
Total no estado	880	647	124	91	59	490	687	65	66	127
% em relação ao estado	36,5	59,2	78,2	79,1	88,1	34,3	53,4	81,5	53,0	50,4

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000

QUADRO 7

INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO ATIVAS, POR GÊNERO, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS DA RMF

Município	Química	Produtos farmacêuticos e veterinários	Perfumaria, sabões e velas	Materiais plásticos	Têxtil	Vestuário, Calçados, artefatos de tecidos couros e peles	Produtos alimentares	Bebidas	Editorial e gráfica	Diversos
Aquiraz	1	1	2		1	5	16	7	-	2
Caucaia	12	1	5	10	2	46	68	4	4	5
Chorozinho	-	-	-	-	-	1	5	7	-	-
Eusébio	7		1	8	2	12	20	3	1	3
Fortaleza	92	18	81	76	121	2.250	872	31	337	143
Guaiúba	-	-	-	-	-	1	2	-	1	
Horizonte	2		1	4	7	9	17	3	-	1
Itaitinga	2	-	-	-	-	16	6	-	1	-
Maracanaú	23	-	6	17	18	70	56	8	8	5
Maranguape	10	-	1	2	4	53	31	2	5	1
Pacajus	-	-	1		2	21	18	5	2	2
Pacatuba	2	-	2	2	2	12	8	2	1	-
S. G. Amarante	3	-	-	1	-	4	14	2	-	-
Total	154	20	100	120	159	2500	1.333	74	360	162
Total no estado	213	27	172	152	418	3.458	2.379	218	474	254
% em relação ao estado	72,3	74,1	58,1	78,9	38,0	72,3	14,0	33,9	75,9	63,8

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000

Segundo o Relatório de Fase I do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas, baseado em dados da FIEC, nos últimos anos instalaram-se no Estado do Ceará mais de 600 empresas nacionais e estrangeiras seduzidas pela política industrial ativa, através de incentivos fiscais e benefícios para a locação de projetos em municípios do interior, gerando investimentos diretos em mais de US\$ 6 bilhões e criando mais de 150 mil empregos diretos. Através do programa de promoção industrial, prevê-se a instalação nos próximos anos de centenas de empresas no território da RMF com um volume total de investimentos superior a R\$ 2 bilhões e geração de mais de 37 mil empregos diretos.

É meta do Governo do Estado atrair novas indústrias para o futuro Distrito Industrial/Portuário do Pecém, indústrias de base, geradoras de matérias-primas. Foram implantadas três indústrias âncoras que desencadearão a industrialização do complexo: a usina termelétrica (investimento de US\$ 240 milhões), a refinaria de petróleo (investimento de US\$ 2 bilhões), e a siderúrgica (com capitais de US\$ 750 milhões), que será construída pela CSN – Companhia Siderúrgica Nacional, na Baía do Gereraú; a conclusão da primeira fase da refinaria está prevista para o ano 2002- As duas deverão ancorar, respectivamente, os pólos petroquímico e metal-mecânico da região, com efeitos multiplicadores sobre toda a economia.

Outro projeto governamental é criar um pólo tecnológico em Maracanaú, onde se encontra o maior distrito industrial do Estado. Para tanto pretende investir cerca de R\$ 18 milhões na criação da Cidade Tecnológica, um complexo dotado da infra-estrutura necessária ao funcionamento de companhias voltadas principalmente para as áreas de informática (hardware e software), microeletrônica, telecomunicações e química fina, entre outros segmentos.

7.7 Utilização Agrícola, Pecuária e Pesca

Segundo dados do Anuário Estatístico do Ceará -1999, na área da RMF se destacavam com maior percentual de área plantada as culturas da castanha de caju, feijão, milho, mandioca, coco-da-baía, cana-de-açúcar e banana (Quadro 8). A área cultivada com castanha de caju na região chegou a representar 45,0% da área total cultivada na RMF pelas outras culturas, enquanto a área cultivada com banana, menos expressiva na região, foi 3,6%. Os municípios de Chorozinho, Pacajus e São Gonçalo do Amarante, foram os que apresentaram maior percentual de área cultivada com castanha de caju na região, sendo 43,3%, 24,0% e 12,0%, respectivamente.

No que se refere ao valor da produção, as culturas da cana-de-açúcar, mandioca, coco-da-baía, castanha de caju, milho e feijão, foram as mais importantes em ordem decrescente. Como destaque aparecem as culturas da cana-de-açúcar e mandioca, chegando a representar, respectivamente, 12,3% e 13,0% do valor total da produção dessas culturas no Estado. Quanto as culturas de frutas temos a produção de manga, mamão, maracujá e banana (Quadro 9).

QUADRO 8

ÁREA E PRODUÇÃO - 1999

Municípios	Cana de açúcar		Castanha de caju		Coco-da-baia		Feijão		Mandica	
	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção
Aquiraz	900	45.000	1.400	210	1.500	6.000	400	78	200	1.000
Caucaia	470	18.800	3.100	930	2.030	8.120	3.420	1.112	700	5.040
Chorozinho	3	90	15.000	7.200	45	126	660	252	800	4.960
Eusébio	50	2.500	350	70	112	520	80	29	20	160
Fortaleza	14	420	34	10	20	80	130	52	50	375
Guaiuba	117	7.020	20	12	70	280	649	189	30	225
Horizonte	-	-	1.900	456	140	373	350	84	400	3.000
Itaitinga	três	150	100	24	13	63	200	48	35	315
Maracanaú	370	22.200	10	2	10	50	250	112	110	1.100
Maranguape	266	14.630	91	23	60	230	1.640	852	180	1.800
Pacajús	28	1.050	8.300	1.992	104	430	600	144	2.500	18.750
Pacatuba	55	2.750	66	16	20	90	289	112	70	490
São Gonçalo do Amarante	1.550	124.000	4.202	1.261	530	2.014	3.000	916	3.720	29.760
Total	3.826	238.610	34.573	12.206	4.654	18.376	11.668	3.980	8.815	66.975
Total do estado	38.151	1.942.958	320.918	77.113	35.954	187.045	576.732	189.824	69.561	517.706

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000
 Área (ha - hectare); Produção (t – tonelada).

QUADRO 9

ÁREA E PRODUÇÃO - 1999

Municípios	Milho		Banana		Manga		Mamão		Maracujá	
	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção
Aquiraz	350	61	10	6	60	1.080	2	40	-	-
Caucaia	2.600	1.695	750	600	125	5.250	-	-	-	-
Chorozinho	600	360	2	1	-	-	10	150	-	-
Eusébio	60	60	2	1	3	75	1	26	-	-
Fortaleza	100	92	36	36	7	210	-	-	-	-
Guaiúba	850	600	190	114	15	220	80	4.000	600	4.800
Horizonte	280	84	-	-	28	280	-	-	-	-
Itaitinga	300	94	40	24	8	80	1	12	3	240
Maracanaú	240	180	70	49	4	72	-	-	4	320
Maranguape	1.332	924	1.350	972	50	900	100	3.000	15	1.200
Pacajús	1.000	600	10	5	19	228	-	-	-	-
Pacatuba	249	176	299	179	15	270	50	1.500	10	800
São Gonçalo do Amarante	2.800	986	15	11	14	630	-	-	-	-
Total	10.761	5.822	2.774	1.998	348	9.295	244	8.728	632	7.360
Total do estado	593.057	443.417	42.540	34.865	-	-	-	-	-	-

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000
 Área (ha - hectare); Produção (t – tonelada).

Além das culturas citadas anteriormente, são cultivadas em menor escala, em alguns municípios da região, as culturas do algodão arbóreo, algodão herbáceo, a batata-doce, tangerina, laranja e tomate.

A cultura do algodão constituiu, historicamente, a alternativa de ocupação da mão-de-obra (durante o ciclo produtivo e no beneficiamento) e geração de renda mais expressiva para os agricultores do Estado. No entanto, em decorrência dos sucessivos e prolongados períodos de estiagem, do reduzido emprego de novas tecnologias pelos produtores, dos baixos preços do produto no mercado, da escassez e inviabilidade do crédito e de outros instrumentos de política agrícola, além do aparecimento da praga do bicudo (*Anthonomus grandis*), estabeleceu-se um declínio dessa cultura ao longo das duas últimas décadas na região das bacias.

A agricultura irrigada vem sendo muito pouco desenvolvida na região, quase que exclusivamente através de pequenos projetos implantados pela SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos. O DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas não conta com projetos de irrigação na área.

Quanto à exploração pecuária, esta encontra-se representada, principalmente, pelo efetivo avícola. Os municípios de Fortaleza e Horizonte se destacaram como maiores produtores do Estado, atingindo efetivos de 1.755 e 1.514 milhões de cabeças, respectivamente, representando juntos, 28,3% do efetivo estadual.

Apresenta importância, também, a bovinocultura voltada para corte e leite, estando o rebanho mais expressivo no município de Maranguape que conta com cerca de 26 mil cabeças, representando 12,1% do rebanho da região. Os principais pontos de estrangulamento ao desenvolvimento desta atividade são a sazonalidade da produção de forragens, dado a má distribuição das chuvas, manejos sanitários e reprodutivos do rebanho inadequados, além do padrão racial impróprio para obtenção de índices satisfatórios de produtividade leiteira.

Em seguida aparecem o rebanho suíno, o rebanho ovino e caprino. No âmbito da região estudada, o município de Maranguape se sobressai como maior produtor de suínos, contando com um plantel de 49 mil cabeças, enquanto Caucaia se destaca como maior produtor de ovinos (25 mil cabeças) e caprinos (21,7 mil cabeças).

O Quadro 10 a seguir, mostra os efetivos de rebanho distribuídos nos 13 municípios que compõem a RMF.

QUADRO 10

EFETIVO DE REBANHOS DISTRIBUÍDOS NOS MUNICÍPIOS DA RMF

Município	Bovinos	Suínos	Eqüinos	Asininos	Muares	ovinos	Caprinos	Aves
Aquiraz	10.562	6.280	1.203	186	442	3.630	967	1.780.208
Caucaia	17.000	7.191	1.326	479	349	6.857	4.491	627.059
Chorozinho	5.430	782	352	202	90	1.245	550	129.295
Eusébio	2.645	1.114	205	38	38	653	205	205.219
Fortaleza	3.000	933	400	91	38	1.007	35	427.442
Guaiúba	2.550	2.558	176	99	156	567	157	188.067
Horizonte	2.650	1.252	265	83	115	550	658	1.164.591
Itaitinga	3.462	1.412	286	68	106	451	68	20.485
Maracanaú	1.029	175	70	45	36	101	191	194.760
Maranguape	16.130	5.520	905	363	484	2.983	625	444.379
Pacajus	7.595	669	461	39	149	835	265	827.086
Pacatuba.	2.475	3.976	207	99	104	761	145	229.860
S. G. do Amarante	8.930	6.545	730	1.165	303	6.409	3.885	201.773
Total	83.458	38.407	6.586	2.957	2.410	26.049	12.242	6.440.224
Total do estado	2.167.525	1.006.062	134.568	195.594	76.095	1.554.973	773.102	21.307.418

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000

A produção de mel de abelha na área da RMF em 1999 segundo o IPLANCE foi de 62.364 kg, correspondente a 12,0% da produção total do Estado (62.364 kg), sendo os municípios de Chorozinho e Pacajus seus maiores produtores com 38.342 e 21.180 kg respectivamente.

Segundo o IPLANCE, em 1999 a atividade de pesca na RMF é ativa nos municípios de Fortaleza, Aquiraz, São Gonçalo do Amarante e Caucaia com uma produção de 3.999 t, correspondente a 22,8% da produção total do Estado (17.476 t). O município Fortaleza constituiu-se no maior produtor de pescado, com 80,0% (3.224 t) em relação a RMF, com maior volume de produção da lagosta (288 t) e do camarão (1.041 t). Os tipos de peixes mais pescados foram o pargo (791 t) e a cavala (295 t).

7.8 Setor Comercial e de Serviços

O comércio varejista é bem mais expressivo do que o atacadista, contando com 94,2% dos estabelecimentos comerciais da região, no ano de 1997. Predominam os estabelecimentos de produtos de gêneros alimentícios, com 48,7% do total, vindo em seguida, com percentuais mais modestos, os estabelecimentos de vestuário, tecidos, calçados, armarinhos e miudezas (16,7%), de material para construção em geral (6,8%), de veículos, peças e acessórios (5,2%) e de artigos de decoração e utilidade domésticas (3,5%). No comércio atacadista predominam amplamente os estabelecimentos de produtos de gêneros alimentícios.

O sub-setor serviços, com maior expressividade, compreende basicamente, o ramo de saneamento, limpeza e construção, o qual concentra 42,2% das empresas de serviços da região.

Com menor expressividade surgem às empresas de transportes e serviços comerciais, com percentuais similares, 15,7% e 15,5%, respectivamente, seguindo-se o ramo de escritórios de gerência, administração e depósitos (13,1%).

Em termos de representatividade dos totais da região, comparativamente aos totais do Estado, observa-se que o setor comercial e de serviços da RMF concentra 42,7% dos estabelecimentos comerciais existentes no Estado e 64,6% dos estabelecimentos de serviços. Ressalta-se que esta representatividade tão marcante se deve, principalmente, aos percentuais referentes ao município de Fortaleza, capital do Estado e principal centro polarizador da economia do mesmo, apresentando, não só o maior número de empresas comerciais (75,6% do total da região) e de serviços (86,7% do total da região), como também o melhor padrão de qualidade em oferta de produtos e serviços.

Segundo levantamento efetuado pelo IPLANCE, no ano de 1997, no comércio varejista de Fortaleza, somente os comerciantes de bens de consumo imediato (alimentos e remédios) tiveram ganho (3,41%) em relação a 1996, nas demais categorias, só foram apresentadas perdas (bens de consumo duráveis, -10,13%; bens de consumo semiduráveis, 29,03%; material de construção, -29,68%). Nesse período, o comércio em geral apresentou uma queda de -13,59% no seu volume de vendas. Esse quadro em anos passados, como em 1995, era mais promissor, apresentando, em relação a 1994, ganhos em todas as categorias de consumo, exceto material de construção (-16,98%). Os bens de consumo duráveis tiveram nesse período maior ganho (27,70%), e o comércio geral registrou ganhos de 31,28% nas vendas efetuadas.

Nas exportações, ainda de acordo com informações do IPLANCE, os líderes da pauta em 1997 foram à castanha de caju (US\$ 138,7 milhões), a lagosta (US\$ 37,6 milhões), os tecidos (US\$ 36,7 milhões), os calçados (US\$ 35,0 milhões) e a cera de carnaúba (US\$ 33,6 milhões). Mas esta linha de comércio ainda está muito concentrada na castanha de caju, que respondeu por 39,3% do valor total dos produtos exportados em 1997, que atingiu o montante de US\$ 353,0 milhões. O destino das exportações é principalmente o mercado dos Estados Unidos e a Associação Latino Americana de Integração -ALADI.

A liderança das importações, em 1997, ficou por conta do petróleo e derivados (US\$ 150,5 milhões) e algodão (US\$ 86,7 milhões); juntos, esses produtos chegaram a representar 52,6% do volume total importado e 37,8% do valor total das importações, que foi de US\$ 628,1 milhões. Quanto à origem dessas importações, a ALAm e o Mercosul lideraram, apresentando os maiores valores transacionados.

Por fim, o saldo da balança comercial, em 1997, apresentou déficit de US\$ -275,1 milhões, mantendo o quadro deficitário que vinha se verificando desde 1993. Entretanto, esse déficit se mostrou menor que o observado para o ano de 1996 que foi de US\$ -432,9 milhões.

Quanto ao sub-setor serviços da Região Metropolitana de Fortaleza, neste se sobressai à atividade turística, que vem apresentando maior índice de desenvolvimento no decorrer da última década. No Ceará, e em consequência na região estudada, por esta concentrar a parte mais expressiva da infra-estrutura turística do Estado, o turismo vem se firmando como um dos setores de crescente importância no cenário da economia, contribuindo para a geração adicional de renda, empregos e tributos, e indiretamente, via efeitos multiplicadores, para a dinamização

dos segmentos inter-relacionados e o surgimento de novas oportunidades de negócios e investimentos.

De acordo com os dados do IPLANCE relativos ao ano de 1997, Fortaleza concentra a quase totalidade da infra-estrutura vinculada ao turismo e lazer do Estado do Ceará, recebendo 970 mil turistas no ano considerado, o dobro da demanda observada em 1994 que foi de 480 mil. Sabe-se que esse contingente turístico movimenta milhões de dólares em gastos com hospedagens, passeios e compras no comércio da cidade, contribuindo significativamente para a formação do PIB estadual. Uma estimativa feita pelo IPLANCE em 1994, previu que estes gastos atingiriam, na época, uma cifra aproximada de US\$ 90 milhões e mais US\$ 85 milhões de receita indireta gerada, totalizando US\$ 175 milhões, o correspondente a 2,0% do PIB estadual. Assim, considerando a demanda turística de 1997, pode-se, por analogia, estimar Ulna receita gerada de US\$ 354 milhões ou R\$ 380 milhões, representando 2,0% do PIB total do Estado e 3,0% do PIB do setor de serviços.

Tais cifras evidenciam, ou pelo menos sugerem, que a atividade turística é um setor econômico de expressivo peso para a economia cearense e, em particular, para a região das Bacias Metropolitanas, posicionando-se atualmente como um dos segmentos mais dinâmicos em termos de geração de renda e empregos.

A posição estratégica da área estudada em relação às rotas turísticas internacionais, combinado com a extensa faixa de praias, regiões serranas, um rico artesanato, comércio bem desenvolvido, e tradicionais manifestações folclóricas, tem potencial suficiente para atrair parte da demanda turística de cidades como Rio e Salvador, entre outras, e até mesmo do mercado caribenho. Apesar de contar com todos esses fatores favoráveis, o setor turístico regional ainda se ressentem com a carência de investimentos básicos que garantam infra-estrutura, equipamentos e serviços de qualidade, requerendo uma concentração de esforços e recursos na execução de medidas prioritárias para a sustentação e fortalecimento do setor. Dentre essas medidas pode-se citar: intensificação da publicidade do produto turístico cearense; melhoria da infra-estrutura para empreendimentos que fortaleçam o setor e a abertura de campanhas educativas que conscientizem a população e empresários de que o turismo deve ser encarado como atividade permanente.

Por ser o principal centro comercial do Estado, e por conseguinte da região das Bacias Metropolitanas, Fortaleza ocupa isoladamente o primeiro lugar do turismo estadual, sendo conhecida como a Terra do Sol, contando com 25 km de praias, onde se destacam as praias de Iracema, do Futur9, Meireles e Mucuripe. Além das praias, a cidade tem como principais atrações turísticas: o Forte Nossa Senhora da Assunção; o Centro Cultural Dragão do Mar; a área de preservação histórica na Praia de Iracema, onde se encontram diversos bares; a Estátua de Iracema; a Casa de José de Alencar; o Farol Velho do Porto do Mucuripe; o comércio de artesanato da Av. Monsenhor Tabosa; as praças do Ferreira e José de Alencar; o Parque Ecológico do Cocó, etc.

Fora da capital, existe opções de lazer e turismo representadas pelas praias, dunas, lagoas e barras de rios nos municípios litorâneos e pelas serras, cascatas, balneários e mirantes nos municípios serranos.

7.9 Disposição de Resíduos Sólidos, Aterros Sanitários, Cemitérios, Postos de Serviço

Grande parte das atividades desenvolvidas pelo homem gera resíduos que são geralmente depositados no solo, lançados nos rios, lagos, nos mares ou no ar. Esses resíduos tanto pode gerar fonte de energia como substâncias prejudiciais à saúde e poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Na RMF são produzidos, aproximadamente..... toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, sendo que% deste ficam dispostos a céu aberto. O estado do Ceará chega a produzir diariamente, em média, 3.000 toneladas (IPA.....).

Nos municípios que compõem a área de estudo, a disposição dos resíduos sólidos ocorre em aterros sanitários, lixões, terrenos baldios e em áreas marginais das sedes municipais. A produção aproximada por município considerando-se o valor de 0,5kg/hab/dia é mostrada no Quadro 11.

O número de domicílios atendidos com a coleta de lixo na RMF é de 643.296, correspondendo a 2.573.184 pessoas atendidas, correspondendo a% da população total do Estado beneficiada.

QUADRO 11

TIPO DE DISPOSIÇÃO E PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS POR MUNICÍPIO

Município	Domicílios atendidos	População Urbana	Resíduos sólidos	
			(t/dia)	(t/ano)
Aquiraz	7.678	30.712	15,3	5.605
Caucaia	44.700	178.800	89,4	32.631
Chorozinho	1.711	6.844	3,4	1.249
Eusébio	4.917	19.668	9,8	3.589
Fortaleza	500.837	2.003.348	1.000	365.000
Guaiúba	2.000	8.000	4,0	1.460
Horizonte	4.975	19.900	9,9	3.631
Itaitinga	5.415	21.660	10,8	3.953
Maracanaú	38.032	152.128	76,0	27.763
Maranguape	13.724	54.896	27,4	10.018
Pacajus	5.975	23.900	11,9	4.361
Pacatuba	9.362	37.448	18,7	6.834
S. G. Amarante	3.970	15.880	7,9	2.898

Fonte: Censo IBGE, 2000

Nos municípios que compõem a RMF, existem cemitérios, onde o principal problema está associado à localização e super lotação. Situam-se sobre unidades hidro-estratigráficas, que

variam de baixa a elevada permeabilidade e de pequena a boa potencialidade hídrica subterrânea.

Postos de serviços (tanques subterrâneos) - Segundo dados da ANP (julho/99), existe no estado do Ceará 747 postos de abastecimento. Nos 13 municípios que compõem a RMF, até janeiro/99, existiam 328 postos de serviços, com armazenamento de 5.000.000 litros de combustível (Quadro 12). A predominância maior é de óleo diesel com 46,4%, seguido da gasolina (31,7%) e do álcool (21,8%).

Um grande problema para as águas subterrâneas é a sua poluição a partir dos tanques subterrâneos, sem proteção catódica, e que armazenam hidrocarbonetos, apresentam vazamentos aos 20 anos de vida útil, em média.

Na área de estudo, os postos de serviços que possuem tanques com mais de 20 anos de uso representam 38,7%, constituindo um risco potencial de poluição/contaminação para as águas subterrâneas e o meio ambiente.

QUADRO 12

RELAÇÃO DOS POSTOS DE SERVIÇO DISTRIBUÍDOS NA RMF POR MUNICÍPIOS

Município	Nº de Postos	Armazenamento Total (L)
Aquiraz	8	120.000
Caucaia	28	420.000
Chorozinho	3	45.000
Eusébio	2	30.000
Fortaleza	249	-
Guaiúba	0	-
Horizonte	2	-
Itaitinga	1	-
Maracanaú	15	-
Maranguape	8	-
Pacajus	5	-
Pacatuba	3	-
São Gonçalo do Amarante	4	-

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

7.10 Panorama Geral Sobre a Situação Atual dos Municípios da RMF quanto ao Uso e Ocupação do Meio Físico

Os treze municípios que compõem a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) dispõem de lei de planejamento de uso e ocupação do solo, porém a expansão urbana acelerada, atualmente em

estágio avançado de desenvolvimento na maioria dos municípios e, principalmente, no entorno das sedes municipais, apontam em curto prazo, para um conflito entre a utilização do solo e o meio ambiente, destacando-se os recursos hídricos. Fato esse denotado pela ausência de saneamento básico, oferta de coleta de lixo, acondicionamento adequado dos resíduos sólidos e implantação do aparelho urbano sobre áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos.

No tocante às áreas de preservação e outras formas de restrição ambiental são poucas as áreas efetivamente criadas por meio de instrumentos legais pertinentes. Existem diversas propostas, principalmente, para a proteção de áreas dunas e mangues de interesse turístico, paisagístico e ecológico, de importância inquestionável para preservação/conservação do meio ambiente.

A Área de Proteção Ambiental da Serra de Maranguape foi a única unidade de conservação delimitada cartograficamente, pois apresenta seus limites definidos com precisão e uma superfície representável na escala do trabalho, ficando as demais com indicações iconográficas.

Apresenta-se, a seguir, um estudo por município sobre o comportamento do uso do solo na Região Metropolitana de Fortaleza, contemplando a situação atual da ocupação rural e urbana (Desenho 7 – Anexo I).

7.10.1 Aquiraz

Segundo o Iplance (2002) o município tem uma área de 482,80 km², uma população de 60.469 habitantes, densidade demográfica de 126,01 hab/km², taxa de urbanização de 90,44% e um índice de escolaridade líquida no ensino fundamental de 95,06%.

O produto interno bruto a preço de mercado atingiu segundo Iplance (1998) as seguintes cifras: PIB total (1998) (R\$ mil): 146.532,50 e PIB per capita (1998) (R\$): 2.674,63. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (19,09%), indústria (37,35%) e serviços (43,57%).

Está incluído na bacia hidrográfica do rio Pacoti, que ocupa uma superfície de 417 km² dentro dos limites municipais. A importância principal dessa bacia deve-se ao fato de nela estar implantado o sistema de açudes que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza, no Município de Itaitinga, a montante de Aquiraz.

Situado no litoral leste, e distando 26 km de Fortaleza, o município experimenta uma intensa ocupação de suas praias e de sítios de veraneio, além de inúmeros loteamentos, fazendo com que apresente um significativo processo de parcelamento e ocupação do solo, verificado de forma desordenada e caótica. Primeira povoação do Ceará a ser elevada à categoria de vila, conserva acervo significativo da época: a igreja e o museu de São José do Ribamar e ruínas do antigo Colégio dos Jesuítas, entre outros.

Município rico em recursos naturais, com boas condições de acesso e proximidade dos centros consumidores, além de outras vantagens, tornando-o dotado para o desenvolvimento de atividades diversificadas.

No setor de turismo, podem ser citadas as praias de Porto das Dunas, Prainha, Iguape, Barro Preto e Batoque, além do complexo turístico do Beach Park, que fazem o município contar com expressiva população flutuante. O território do município é cortado pela BR-116 e a CE-040, localizado próximo aos principais mercados consumidores do estado, constituindo ainda corredor de passagem em direção às praias do litoral leste.

Há indústrias e serviços de apoio a atividade turística e à população local, bem como um importante pólo de artesanato em rendas e bordados. A implantação de empreendimentos imobiliários de vulto, como o Porto das Dunas; tornou alto o índice de crescimento populacional.

O município possui bom potencial para a atividade agrícola, capaz de contribuir para o abastecimento da Região Metropolitana.

Culturas de ciclo curto como milho, feijão e mandioca e, fruticultura diversificada são os usos agrícolas principais. Possui também o município notória tradição na avicultura.

A Lei Orgânica do município de Aquiraz, promulgada em 5 de abril de 1990, estabelece no seu artigo 177 as seguintes áreas de proteção permanente: Rio Catu, Rio Pacoti, Barra do Iguape, Barra do Barro Preto, manguezais, dunas, Lagoa da Encantada e outras lagoas de acesso público.

O Decreto Lei nº 10.147, do Governo do Estado do Ceará, de 1º de dezembro de 1977, dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para proteção dos mananciais hídricos, com a criação de faixas de primeira e segunda categorias para rios, riachos e lagoas da Região Metropolitana de Fortaleza. Acredita-se que em um curto espaço de tempo ocorra a conurbação entre as áreas de Porto das Dunas, Prainha e a sede municipal. A presença do campo de dunas, áreas de mangues, lagoas e planícies fluviais demanda critérios mais rigorosos quanto à ocupação, devendo-se conciliar o parcelamento do solo com a preservação dos recursos naturais. A ocupação da zona costeira de Aquiraz, apesar de estar em conformidade com a legislação em vigor, tem provocado distorções, contribuindo para a degradação ambiental da área. A criação da APA da Lagoa da Encantada promoveu a valorização dos atributos naturais do município, devendo-se elaborar um exame detalhado das condições atuais e traçar diretrizes quanto ao seu monitoramento.

A rodovia CE-040 sobressai no estado como uma das vias de maior volume de tráfego e com maior ocupação de suas margens. Faz a ligação entre Fortaleza e o Rio Grande do Norte, margeando todo o litoral leste do estado. Ao longo de seu percurso, localizam-se empresas prestadoras de serviço, pequenas indústrias, granjas, equipamentos de serviço, matadouros, pequenos comércios, entre outras atividades. Quando atravessa a cidade, esse corredor de atividades confunde-se com a própria malha urbana; como tem tendência a ser densamente ocupado, poderá tomar-se uma cidade linear num futuro próximo.

Existe projeto de integração regional ao longo da BR-116, tendo em vista que essa rodovia corta os municípios de Fortaleza, Eusébio, Itaitinga, Aquiraz, Horizonte e Pacajus.

A extração mineral possui bom potencial para a exploração de bens não metálicos: areia, argila e diatomito. Existem diversas frentes de lavra de areia vermelha, areia grossa, argila e diatomito.

No caso da areia vermelha, que ocorre nos domínios dos tabuleiros pré-litorâneos (Formação Barreiras), há necessidade de compatibilizar a extração com a preservação do solo para futuro uso futuro, uso urbano, agrícola ou ampliação do sistema viário. Para tal, devem ser adotadas medidas de controle e reabilitação como: estabilização de taludes, delimitação de cotas para a lavra controle da erosão etc. As lavras de areia grossa, argila e diatomito, praticadas nas planícies fluviais e lacustres, merecem atenção especial, por situarem-se em áreas de preservação ambiental.

7.10.2 Caucaia

Segundo o Iplance (2002) Caucaia tem uma área de 1.195,60 km², constitui o maior município em extensão territorial da Região Metropolitana de Fortaleza, dividido politicamente em oito distritos: Caucaia, Catuana, Guararu, Sítios Novos, Tucunduba, Mirambé, Bom Princípio e Jurema. Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com o município de Maranguape, ao leste com Fortaleza, Maracanaú e Maranguape, e ao oeste com São Gonçalo do Amarante e Pentecoste. A população em 2000 era de 250.479 habitantes, a densidade demográfica de 210,22 hab/km², a taxa de urbanização de 90,25% e o índice de escolaridade líquida no ensino fundamental de 95,12%.

O produto interno bruto a preço de mercado atingiu segundo Iplance (1998) as seguintes cifras: PIB total (1998) (R\$ mil): 438.797,09 e PIB per capita (1998) (R\$): 1.927,80. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (4,56%), indústria (38,22%) e serviços (57,22%).

Existe o domínio de três grandes bacias hidrográficas:

1. Rio Ceará, situada no limite com Fortaleza, com uma extensão territorial de 568,73 km²;
2. Rio Cauhipe e Riacho Juá, localizados na área central do município, ocupando uma área de 296,99 km²,
3. Rio São Gonçalo, situada na porção oeste, no limite com São Gonçalo do Amarante, de 464,59 km², com apenas 50% localizados em Caucaia.

As bacias do Rio Ceará e do Cauhipe/Juá apresentam em conjunto no município, uma capacidade de aproximadamente 50.943 milhões de metros cúbicos, distribuídos em 51 açudes e 44 lagoas.

No Rio Ceará, sobressaem os manguezais, a mata ciliar e a área estuarina, com a presença de algumas dunas. No rio Cauhipe e no riacho Juá, ressalta-se o barramento parcial dessas águas pelo cordão de dunas, formando uma das áreas mais belas do litoral cearense - o Lagamar do Cauhipe - que vem sendo bastante utilizada para lazer (projetos turísticos) e nos períodos de estiagem (secos) abastece o município por meio de carros pipas.

Merecem atenção ainda os aquíferos da faixa litorânea, no cordão de dunas, que abastecem as áreas ocupadas, principalmente as localidades de veraneio (Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco).

As lagoas do Banana, do Parnamirizinho, Barra Nova e outras de pequeno e médio porte, situadas na faixa interdunar, constituem um grande reservatório para abastecimento humano, além da utilização como pontos de lazer, de grande importância turística e paisagística.

É indiscutível a interferência que o território de Fortaleza exerce sobre os demais municípios da Região Metropolitana. Em função da proximidade da capital do Estado com as áreas urbanas do município de Caucaia, como Tabapuá, Jurema, Tabapuazinho, os conjuntos habitacionais implantados pela Cohab constituem verdadeiras cidades dormitório para a maior parte dos operários que trabalham em Fortaleza.

Entre as atividades primárias, a agropecuária aparece em todo o território do município de Caucaia, onde aproximadamente 60% das propriedades têm menos de 1.000 hectares.

O setor aparece com os seguintes dados:

- na faixa entre a BR-222 e o cordão de dunas, encontra-se uma grande atividade de criação de gado leiteiro, como a Fazenda do Garrote, localizada ao longo da estrada do mesmo nome;
- a produção de coco e caju, com áreas irrigadas, absorve uma acentuada parcela de mão-de-obra local;
- na porção do sertão, aparece a produção de cera de carnaúba, associada à cultura de subsistência e à criação extensiva de gado, tendo como exemplo o Grupo Ernani Viana;
- a extração de madeira para produção de carvão vegetal e produção de "estacas", na faixa dos tabuleiros e nas áreas serranas, representa uma atividade intensa na época de estiagem, que resultam em grandes desmatamentos.

O setor primário exerce grande influência nas atividades comerciais, visto que 70% da área municipal são ocupados por 3.595 estabelecimentos rurais, com 89.990 ha (Iplance, 1977) Os principais produtos são coco-da-baia, mandioca, cana-de-açúcar, banana, castanha de caju, manga e feijão.

A atividade industrial concentra-se na cidade de Caucaia e ao longo da BR-222 e da BR-020, na proximidade do município de Fortaleza. O sistema viário, os meios de trans-portes, através daquelas rodovias e da via férrea Fortaleza-Teresina, e o sistema público de abastecimento de água nas áreas urbanas da sede e no Distrito de Jurema, incluindo os conjuntos habitacionais populares, constituem os maiores atrativos de infra-estrutura para a implantação de projetos industriais.

São dignas de atenção as indústrias implantadas no município a partir de 1990. A força de trabalho é absorvida em estabelecimentos industriais, como indústrias alimentícias, minerais não metálicos, vestuários e calçados e construção civil.

Caucaia posiciona se em terceiro lugar na Região Metropolitana de Fortaleza em consumo de energia industrial e em alguns indicadores econômicos (arrecadação do ICMS, receita orçamentária e renda interna municipal).

No setor terciário, a atividade turística concentra-se nas Praias de Icarai e Cumbuco. A implantação de hotéis e pousadas, restaurantes e clubes recreativos têm aumentado a oferta de serviços, utilizando mão-de-obra de menor qualificação do próprio município e de Fortaleza, mais qualificada.

Caucaia está interligada com o município de Fortaleza, principalmente, pela área industrial e residencial do bairro de Antônio Bezerra, onde parte de seu território vem sendo ocupada pelo crescimento da capital cearense, o que tem gerado diversos tipos de conflitos, tanto na faixa litorânea como nas planícies sertanejas.

A ocupação do município, em função das condições geoambientais e pela grande extensão territorial é bastante peculiar: de uma parte, a faixa litorânea, compreendida entre a BR-222 e a linha de costa (mar), onde se concentram grandes áreas já urbanizadas incluídos a sede do município e loteamentos; de outra parte, a macro-área conhecida pelo nome de "sertão" ocupada pelas planícies sertanejas e os maciços residuais, onde predominam a agricultura de subsistência, a pecuária intensiva e a mineração.

A partir do estuário do Rio Ceará, evidencia-se as seguintes atividades de uso e ocupação do solo:

- Concentração de grandes áreas já urbanizadas ou loteadas, como as praias de veraneio de Iparana, Boi Choco, Pacheco, Icarai, Tabuba e Cumbuco;
- Existência de chácaras e pequenos sítios em áreas não ocupadas com atividades urbanas.

Quanto ao uso do solo propriamente dito:

- Agropecuária intensiva, com algumas grandes propriedades;
- Mineração de areia grossa nos leitos dos Rios Ceará, Anil, São Gonçalo e Cauipe, de areia fina da Formação Barreiras em Pirapora, e areias quartzosas de dunas (Cumbuco, Iparana, Pacheco e Icarai);
- Agricultura realizada em médias propriedades e com as culturas de subsistência (feijão e milho) e as culturas industriais (castanha de caju e coco-da-baía).

A faixa de praia e o campo de dunas constituem áreas com grande potencialidade ao eco-turismo (conservação ambiental), pesca artesanal, uso controlado dos recursos hídricos subterrâneos e corpos de água superficiais.

A ocupação de áreas junto aos aquíferos litorâneos vem comprometendo a recarga das águas subterrâneas, merecendo um maior controle, bem como aplicação de legislação específica de preservação das dunas.

Segundo a Secretaria de Obras de Caucaia, nas praias de veraneio, 95% dos imóveis são de proprietários que residem em Fortaleza. O planejamento da drenagem local, a locação e perfuração de poços subterrâneos, bem como os aterros e desmontes de dunas, quando necessários, têm ficado sob a responsabilidade de cada loteador ou responsável pela construção. Nessa faixa de ocupação, caso não exista a interferência do poder público e prossiga a ocupação nos moldes atuais, deverá ocorrer um colapso no abastecimento de água ou contaminação dos aquíferos através das fossas sépticas.

O parcelamento do solo nas serras úmidas, para uso e ocupação diversos, embora já protegido por leis estadual (nº 12.521/95) e federal (nº 6.766/79), mereceria cuidados especiais pelos poderes públicos, em relação à sua preservação, principalmente com as atividades de agricultura de subsistência e de mineração (pedreiras).

A Lei estadual nº 12.521, de 15 de dezembro de 1995, define no artigo 1º, inciso I, o território do município de Caucaia, ao longo de sua faixa litorânea, como área de interesse especial para o Estado do Ceará, para efeito do exame e anuência prévia do poder público estadual, por intermédio da SEDURB, para projetos de parcelamento do solo para fins urbanos, na forma do artigo 13, inciso I, da Lei federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.

Segundo o artigo 2º da citada lei estadual, não será permitido o parcelamento do solo nos ambientes abaixo relacionados, cabendo à Semace a definição, em instalações, nos seguintes casos:

- Áreas costeiras, quando constituídas por falésias, dunas reliquiárias, pontas ou promontórios, desembocaduras de rios, bem como em áreas recobertas por vegetação primária localizadas à retaguarda de dunas, ou ainda aquelas com acelerado processo erosivo;
- Serras úmidas e chapadas, em áreas recobertas por vegetação primária e secundária, definidas nos termos da Resolução do Conama nº 25, de 7 de dezembro de 1994.

A Lei Orgânica do município promulgada em 5 de julho de 1990, estabelece no artigo 192 que as praias, as lagoas, as serras, os manguezais, os rios e suas nascentes, a Barra do Ceará, do Cauhape e a Barra Nova são consideradas áreas de proteção permanente.

A implantação do complexo industrial portuário do Pecém, localizado em uma área de 335 km², no limite dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, exigirá a execução de uma correspondente infra-estrutura. Os projetos industriais ancoras, como a refinaria e a usina siderúrgica, deverão transformar o perfil daquela região.

O complexo industrial portuário do Pecém, além de alterar a economia dos dois municípios e do próprio estado do Ceará, trará profundas transformações na política da organização territorial e, conseqüentemente, quanto ao uso e ocupação do solo urbano e rural.

Projeto que provocará um sensível desenvolvimento para o município e a região é a implantação do trem metropolitano de Fortaleza (Metrofor).

Com a construção do Porto do Pecém, haverá um aumento no volume de cargas ferroviárias, acarretando a necessidade de implantação de um canal exclusivo ligando Caucaia ao terminal de cargas em Maracanaú.

A mineração é considerável no município tendo grande importância principalmente para a Grande Fortaleza, uma vez que contempla todas as substâncias minerais de uso imediato na construção civil, tais como areia grossa, areia fina (vermelha), argila, pedras britadas (pedreiras de rochas granitóides/migmatitos/gnaisses) e calcário. Essa atividade econômica primária desenvolve-se tanto de modo organizado como de forma clandestina. As pedreiras de grande porte, como as das empresas Britap (Britagem Pontes), Pyla (Pedreira Yolita), Júlia Moreira Sales e Pedreira Coité, direcionadas ao mercado da capital do Ceará, representam 90% da produção local. A produção de areia grossa dos leitos dos Rios Cauhape, Anil, São Gonçalo e afluentes, bem como dos paleocanais e planícies de inundação, durante muitas décadas representava a maior fonte de abastecimento para a construção civil em Fortaleza, que, mesmo

de maneira informal, deu origem aos famosos "reis da areia". Há muitos pontos isolados de atividade clandestina desse material no Rio Ceará, próximo à BR-222.

7.10.3 Chorozinho

Segundo o Iplance (2002) o município tem uma área de 308,30 km², uma população de 18.707 habitantes, densidade demográfica de): 60,97 hab/km², taxa de urbanização de 50,65% e um índice de escolaridade líquida no ensino fundamental de 97,82%.

O produto interno bruto a preço de mercado atingiu segundo Iplance (1998) as seguintes cifras: PIB total (1998) (R\$ mil): 27.554,95 e PIB per capita (1998) (R\$): 1.694,96. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (9,17%), indústria (16,32%) e serviços (74,51%).

7.10.4 Eusébio

Segundo o Iplance (2002) o município tem uma área de 78 km², uma população de 31.500 habitantes, densidade demográfica de 405,47 hab/km², taxa de urbanização de 100% e um índice de escolaridade líquida no ensino fundamental de 116,21%.

O produto interno bruto a preço de mercado atingiu segundo Iplance (1998) as seguintes cifras: PIB total (1998) (R\$ mil): 241.069,68 e PIB per capita (1998) (R\$): 8.020,95. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (0,36%), indústria (53,15%) e serviços (46,48%).

Considerado eminentemente urbano, por não possuir oficialmente área rural, o município apresenta, entretanto, ocupação bastante irregular, com áreas densamente ocupadas, outras somente loteadas e sítios de veraneio.

Zona intermediária entre a capital e as praias do litoral leste, e distando apenas 8 km de Fortaleza, por dois acessos importantes (BR-116 e CE-040), o município constitui uma excelente alternativa de sítios de veraneio para a população de renda mais alta da capital. A proximidade com a capital atraiu diversas empresas de prestação de serviços, irradiadoras de desenvolvimento e geradoras de emprego para a população local.

A consolidação da BR-116 como um importante corredor industrial, a partir da implantação do parque industrial de Horizonte/Pacajus, estimulado por meio de políticas de atração de novos investimentos, deverá contemplar também os municípios de Eusébio, Aquiraz e Itaitinga.

A atividade agrícola é voltada para as culturas de subsistência e fruticultura (coco e caju), enquanto a pecuária tem como recurso principal a avicultura, que apresenta uma importante produção por intermédio de diversas granjas instaladas no município.

Apesar da ocupação recente, problemas relacionados com a degradação e impermeabilização do solo, bem como a poluição dos recursos hídricos, advindos do processo de urbanização, merecem atenção especial, mediante ações efetivas dirigidas para a proteção e utilização adequada dos recursos naturais.

A Lei Orgânica do Município, promulgada em 5 de abril de 1990, no seu artigo 179, considera como áreas de proteção permanente as dunas do Cararu, os manguezais do Rio Pacoti, o açude Perigoso, o Rio Coaçu, os Riachos Tapeba, Jacundá e outros, as Lagoas da Precabura, dos Pássaros e Parnamirim, do Eusébio.

A mineração ocupa áreas voltadas para o aproveitamento de areia branca e vermelha, argila, saibro e pedra britada a partir de fonólitos.

Com relação aos conflitos pelo uso do solo, são relevantes as atividades de extração de areia na região da Sabiaquaba. Trata-se de uma faixa de dunas móveis e fixas, de elevada importância turística e paisagística, apresentando extrema fragilidade ambiental, e onde a mineração deve ser admitida sob rígidos condicionamentos, visando à preservação de sua integridade.

7.10.5 Fortaleza

Segundo o Iplance (2002) o município tem uma área de 313,80 km², uma população de 2.141.402 habitantes, densidade demográfica de 6.844,54 hab/km², taxa de urbanização de 100% e um índice de escolaridade líquida no ensino fundamental de 94,43%.

A população urbana de Fortaleza, até o início do século XX, utilizava para dessedentação e demais usos as águas dos rios, riachos, lagoas e açudes da cidade; era água de boa qualidade relativa, quando não existia abastecimento da rede pública. A partir de 1927, a cidade passou a ser abastecida pelo Açude Acarape, e, com o consumo crescente, em 1981, o sistema foi acrescido do complexo hídrico Pacoti/Riachão, anexado atualmente aos Açudes Gavião e Pacajus.

O produto interno bruto a preço de mercado atingiu segundo Iplance (1998) as seguintes cifras: PIB total (1998) (R\$ mil): 7.197.917,54 e PIB per capita (1998) (R\$): 3.514,53. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (0,23%), indústria (36,10%) e serviços (63,67%).

Existem no município três grandes bacias hidrográficas: do Rio Cocó (215,9 km²), do Rio Maranguapinho (96,5 km²) e da vertente marítima (23,6 km²), que possuem conformação e dinâmica subordinadas a condicionantes geológicas, morfológicas e climáticas, sendo também influenciadas pelas oscilações de marés das águas oceânicas.

Esse sistema é completado por lagoas, que são importantes pela interferência no equilíbrio hidráulico, na manutenção do macroclima e na valorização da paisagem, além de potencializarem o desenvolvimento da piscicultura. Salienta-se que, pela baixa taxa de saneamento básico, dos resíduos líquidos tanto domésticos como industriais, esse mananciais encontram-se inteiramente poluídos, o que impossibilita seu uso doméstico ou mesmo agrícola.

É o maior município de arrecadação do estado do Ceará, tendo como principais atividades econômicas a indústria (setor secundário) e os serviços (setor terciário), nestes salientando-se os de infra-estrutura básica e o turismo.

O setor primário é praticamente inexistente, uma vez que o município não dispõe de área livre para atividade agro-pastoril, ocorrendo somente pequena produção de hortaliças, localizada na macro-zona de transição, que não é suficiente para atender o mercado local.

A lei (nº 7.061, de 16 de janeiro de 1992) do plano diretor de desenvolvimento urbano, em seus artigos 40 e 41, estabelece a divisão do território em três grandes partes:

1. Macro-zona urbanizada - áreas atendidas integralmente pela rede de abastecimento de água e parcialmente pela rede de esgoto, incluídas as expansões projetadas, onde verifica-se a maior concentração da população e das atividades urbanas com as melhores condições de infra-estrutura.
2. Macro-zona adensável - áreas atendidas em parte pelo sistema de abastecimento de água, mas sem sistema de coleta de esgotos, e nas quais se verifica uma tendência da expansão das atividades urbanas, possibilitando o ordenamento e direcionamento da implantação da infra-estrutura, sem prejuízo da ocupação existente.
3. Macro-zona de transição - áreas sem infra-estrutura de água e esgotos, com características urbanas e rurais, configurando-se faixas reservadas para expansão urbana.

Foram previstas ainda 10 zonas especiais, que, por suas peculiaridades físicas, culturais, econômicas e de especificidade de usos, demandam tratamento próprio, quanto ao uso e à ocupação do solo:

- Áreas de urbanização especial - Aquelas com potencialidades turísticas.
- Área de preservação - Setores não edificáveis, onde serão permitidas apenas instalações relativas às atividades que por natureza e porte não comprometem sua função, tais como: esportes ao ar livre, excursionismo, pesca artesanal, esporte náuticos, florestamento e reflorestamento.
- Áreas de proteção - considerados para esse fim o riacho drenante do Açude João Lopes, o do Canal Aguanambi, o Riacho Maceió e as Lagoas do Mondubim, de Messejana, Canaã e da Aldeia Velha.
- Áreas de interesse ambiental - compreendem a faixa arenosa do litoral leste (dunas), caracterizando-se por elevada permeabilidade, baixa fertilidade natural, vegetação escassa, além de suas condições físicas, químicas e morfológicas. Áreas que deverão apresentar uma baixa densidade populacional, a horizontalidade na paisagem urbana, com predomínio do uso residencial unifamiliar, número restrito de atividades de comércio e serviços de apoio ao uso residencial, com pequeno e baixo fluxo de transporte.
- Áreas da faixa de praias - São representadas pelas Praias da Barra do Ceará, do Pirambu/Cristo Redentor, da Avenida Leste Oeste, do Poço da Draga, de Iracema, do Meireles/Mucuripe, do Iate Clube, da Área Industrial do Porto, do Futuro e da Sabiaguaba.
- Áreas de interesse urbanístico - São as Praias de Iracema e Mansa, destinadas não só a preservação, como também a revitalização, com incentivos aos usos habitacional, cultural, de lazer e de hotelaria.
- Áreas da orla marítima contíguas às áreas da faixa de praias, representam uma porção que, por suas características de solo, aspectos paisagísticos e potencialidades turísticas, exige regulamentação específica (Barra do Ceará, Poço da Draga, Monsenhor Tabosa,

Meireles/Mucuripe, late Clube, Praia do Futuro e Sabiaguaba), devendo ser destinada somente ao turismo e lazer.

- Áreas institucionais - Compreendem os campus da Pici, da Unifor e do Itaperi, o Centro Administrativo Governador Virgílio Távora e os Aeródromos Pinto Martins e Alto da Balança. Requerem padrões específicos de ocupação, além de soluções de acesso e circulação interna, definidas em planos urbanísticos específicos.
- Áreas de urbanização prioritária - Abrangem bairros e distritos - Centro, Aldeota, Carlito Pamplona, Antônio Bezerra, Porangaba, Messejana e Seis Bocas. Setores onde localizam-se as vias comerciais.
- Áreas industriais - Encerram o Porto do Mucuripe e o Distrito industrial.

Ocorrem diversos conflitos entre a mineração e a urbanização no município de Fortaleza, tais como:

- Na margem esquerda do Rio Coco, notadamente no trecho entre a Cidade 2000 e a Praia do Futuro, a urbanização promoveu o impedimento da extração de areia vermelha dos sedimentos da Formação Barreiras, material esse de largo emprego na construção civil, como argamassas. Soma-se ainda o fato de esse local ter sido considerado com área de interesse ambiental.

A expansão da malha urbana em direção ao sul praticamente inviabilizou a extração de saibros para aplicação em bases de pistas de rolamentos.

A região de Sabiaguaba, na porção leste do município, de grande potencial para areia vermelha, encontra-se em zona de interesse ambiental, razão pela qual a mineração está praticamente inviabilizada.

As lagoas que apresentam potencial para diatomito estão também compreendidas nas áreas de interesse ambiental e protegidas pela lei que disciplina o uso do solo para proteção dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza (nº 10.147, de 19 de dezembro de 1977), razão pela qual não existe atividade de exploração para esse bem mineral.

7.10.6 Guaiúba

Distante cerca de 31 km ao sudoeste de Fortaleza, o município desenvolveu-se em função do entreposto comercial ferroviário, tronco sul, que liga a capital ao Sul do Estado.

Desmembrado em 1987 do município de Pacatuba, possui área de 259 km², abrangendo, além da sede, os Distritos de Itacima e Água Verde. Com uma população estimada de 19.648 habitantes (Iplance, 1997), ocupa uma faixa ao longo da rodovia CE-060, que a interliga com a capital, com a Serra de Baturité - importante centro agrícola e turístico - com o sertão central.

- População Residente (2000): 19.884 habitantes
- Densidade demográfica (2000): 73,61 hab/km²
- Taxa de urbanização (2000): 78,51%
- Taxa de escolarização líquida no ensino fundamental (2000): 94,09%

Predomina em seu território a área rural embora apresente uma taxa de urbanização em torno de 78,51%, com uma densidade demográfica de 73,61 hab./km² e uma taxa de crescimento anual de 2,38%. Verifica-se acelerada migração da população rural para a zona urbana de Guaiúba, caracterizando formas de ocupação desordenada e não sistemática, configurada pela falta de infra-estrutura básica.

Guaiúba por sua localização próximo a Fortaleza, principal centro consumidor estadual, e ao Maciço de Baturité, poderá se consolidar como município agropecuário e industrial, contribuindo para o abastecimento alimentar da Região Metropolitana. Em termos locais, poderá se revelar como cidade de apoio, com a organização de espaços capazes de assegurar a qualidade de vida da população.

Ressalte-se a existência de terras férteis e proximidades de mercados de comercialização e de abastecimento, tendo como exemplo a Ceasa. O sistema de abastecimento de água possui suas origens nos reservatórios superficiais que constituem o curso médio do Rio Pacoti e seus afluentes, interligados ao sistema Pacoti/Riachão através de canais fluviais.

O uso potencial do solo está centrado nas culturas de subsistência, fruticultura e pecuária extensiva, que formam importantes atividades do setor primário. O sistema fundiário compreende pequenos minifúndios, que se dedicam também ao extrativismo vegetal.

No segmento da mineração, predomina a extração de argila, que ocorre nos terraços aluviais, e de areia grossa, esta principalmente no canal ativo do Rio Pacoti e Riachos da Água Verde e do Baú.

7.10.7 Horizonte

Segundo o Iplance (2002) o município tem uma área de 191,90 km², uma população de 33.790 habitantes, densidade demográfica de 176,91 hab/km², taxa de urbanização de 83,24% e um índice de escolaridade líquida no ensino fundamental de 103,21%.

O produto interno bruto a preço de mercado atingiu segundo Iplance (1998) as seguintes cifras: PIB total (1998) (R\$ mil): 351.463,83 e PIB per capita (1998) (R\$): 12.393,82. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (3,96%), indústria (83,69%) e serviços (12,35%).

Está incluído nas bacias hidrográficas dos rios Pacoti e Malcozinhado. O limite oeste com o município de Itaitinga é feito através do açude Pacoti pertencente ao sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza.

Município rico em recursos naturais, com boas condições de acesso e proximidade dos centros consumidores, além de outras vantagens, tornando-o dotado para o desenvolvimento de atividades diversificadas.

O território do município é cortado pela BR-116, localizado próximo aos principais mercados consumidores do estado. O segmento da BR-116 que corta o município está implantado o distrito industrial de Horizonte-Pacajus. Existem indústrias têxteis e de calçados de médio porte e serviços de apoio a população local

O município possui bom potencial para a atividade agrícola, capaz de contribuir para o abastecimento da Região Metropolitana.

Culturas de ciclo curto como milho, feijão e mandioca e, fruticultura diversificada são os usos agrícolas principais. Possui também o município notória tradição na avicultura.

7.10.8 Itaitinga

Os Distritos de Jereraú e Itaitinga foram desmembrados de Pacatuba em 1992, formando o município de Itaitinga, cuja população c de 28.320 habitantes, com uma área de 154 km². Município integrante da Região Metropolitana de Fortaleza, localizado na Região Administrativa I, apresenta elevada taxa de urbanização, em torno de 87% e baixa densidade demográfica (176,45 hab/km²), devido grande área de seu território ser ocupada pelos Açudes Pacoti e Riachão, que abastecem a população de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú. Situa-se a 23 km da capital, com acesso pela BR-116.

Itaitinga desenvolveu-se a partir de uma pedreira, ainda sua principal atividade econômica. Atualmente, devido à sua localização estratégica, entre Fortaleza e Horizonte, tornou-se zona de expansão natural de um corredor de atividades industriais, que é a rodovia BR-116. Faz limite com Fortaleza, Eusébio, Aquiraz, Horizonte, Guaiuba, Pacatuba e localiza-se próximo a Maracanaú. Identifica-se como município de produtos básicos para a construção civil da Região Metropolitana de Fortaleza.

Os Açudes Pacoti e Riachão, além da função de abastecimento de água, constituem locais aprazíveis quanto ao clima e a paisagem, favorecendo seu aproveitamento para outros fins. Há também lagoas próximo a área urbana, que podem ser utilizadas como pólos de lazer.

Itaitinga oferece condições de infra-estrutura que possibilitam seu crescimento: rede elétrica de alta tensão, gasoduto, cabo de fibra ótica, água, duplicação da BR-116 e anel de acesso ao Maciço de Baturité, terrenos planos e relativamente altos e existência de escola de segundo grau.

Algumas iniciativas econômicas locais já se verificam em Itaitinga como pedreiras, tratamento de pedras graníticas, casas de shows, olarias e confecções.

A proteção dos recursos hídricos, uma das diretrizes do Plano de Desenvolvimento de Itaitinga, deverá merecer especial atenção, uma vez que esses mananciais destinam-se basicamente ao abastecimento de mais de um quarto da população do estado. Nesse sentido, não serão autorizadas práticas agrícolas que utilizem defensivos e agrotóxicos, nem a implantação de indústrias cujos resíduos venham a comprometer esses mananciais.

Somente a oferta no município de infra-estrutura de limpeza pública, água, esgoto e drenagem garantirão um ambiente mais salubre. Serão necessárias a implantação de todos esses sistemas, com exceção do abastecimento de água, já em funcionamento, mas que precisa ser monitorado, objetivando atender o crescimento futuro.

A mineração ocupa áreas voltadas para o aproveitamento de granito, sobressaindo as frentes de lavra nas Serras de Itaitinga e no Sítio Santa Luzia.

É necessário evitar o avanço de habitações para áreas de risco próximo às pedreiras, a par da adoção de medidas de controle objetivando a convivência harmônica da mineração com as áreas já ocupadas no seu entorno.

7.10.9 Maracanaú

Esse município, um dos menores da Região Metropolitana de Fortaleza, ocupa uma superfície de 82 km², com uma população de 219.121 habitantes (Iplance, 1997).

Em apenas uma década, Maracanaú apresentou um aumento populacional de 405%, tendo na atualidade sua superfície quase completamente edificada.

Em termos de recursos hídricos superficiais, salientam-se os rios Timbó, afluente do rio Cocó pela sua margem esquerda, e o médio curso do rio Maranguapinho. Trata-se de cursos intermitentes, que bordejam as Serras de Maranguape e Aratanha. O Timbó tem suas nascentes e a desembocadura dentro do limite municipal. São águas impróprias ao consumo humano, animal e agrícola, pela altas taxas de coliformes fecais e de resíduos químicos das indústrias.

A principal atividade da economia de Maracanaú está vinculada ao setor secundário, notadamente à indústria, sendo esse município o segundo em arrecadação no Estado.

A agropecuária é inexpressiva, pela pouca área ainda disponível, enquanto o setor terciário é deficiente em relação à renda gerada e muito aquém das potencialidades do mercado.

Maracanaú apresenta elevado índice de ocupação do solo por edificações, fruto da implantação do distrito industrial e da maioria dos conjuntos habitacionais construídos pela Cohab em toda a área.

A explosão demográfica dos últimos anos constitui o principal vetor de diversos problemas que vêm ocorrendo com grande intensidade, entre outros a degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e o impedimento à exploração de recursos minerais para construção, em função da prioridade dada ao solo para os programas habitacionais.

A sede e o Distrito de Pajuçara localiza-se no interflúvio dos rios Maranguapinho e Timbó, estando esse espaço praticamente ocupado por edificações de um só pavimento. Pajuçara ainda apresenta alguma possibilidade de expansão no sentido leste, estando, no entanto, quase que totalmente loteado. Essa ocupação deverá ser monitorada, visando a proteção e preservação do rio Timbó.

Existe um processo de conurbação de Fortaleza com Maracanaú ao longo das rodovias CE-060 e CE-065, bem como nas margens da ferrovia. A expansão no sentido sul também deverá ser monitorada, por causa da implantação do aterro sanitário nesse segmento.

A Lei Orgânica do Município de Maracanaú, promulgada em 10 de abril de 1990, estabelece (artigo 177) como faixas de proteção permanente as seguintes áreas: Santo Antônio de Pitaguari; todas as porções territoriais da Colônia Antônio Justa; Rio Timbó e sua foz; Lagoas do Acaracuzinho, Mingau, Jaçanaú, Raposa, Jonhson e Jupaba; Açudes Novo e dos Pratas; horto florestal; e a Serra do Pitaguari.

Maracanaú dispõe satisfatoriamente de material para construção civil para atender o mercado local, como brita, argila (cerâmica vermelha) e areia grossa para concreto. A maioria dessas extrações ocorre de modo informal (clandestina).

Outro recurso mineral do município são os saibros, localizados ao norte, no limite com Fortaleza, e que se encontram praticamente recobertos por edificações e loteamentos.

7.10.10 Maranguape

Ocupa uma área de 672 km², com uma população estimada de 81.304 habitantes, representando 3,02% da Região Metropolitana de Fortaleza, segundo dados do Iplance (1997).

Apesar de não possuir recursos hídricos de grande porte, o município é detentor de nascentes de vários rios e riachos, como o Tangueiro, o Baú e o Papara, que contribuem para o sistema de abastecimento de água na região.

Os segmentos de produção do município são influenciados pela presença de Fortaleza, a cerca de 22 km, e a vizinhança com Maracanaú, que conta com um grande distrito industrial, oferecendo maiores oportunidades de emprego à população maranguapense.

O setor industrial representa a principal atividade econômica do município, sendo também o de maior geração de renda, vindo em seguida o comércio e o transporte. Bastante diversificado o setor apresenta, principalmente, indústrias de pequeno e médio porte, na sua maioria leves, não poluidoras e não comprometedoras ao meio ambiente. O ramo informal exerce um peso na economia do município; utiliza mão-de-obra na própria estrutura familiar, sobretudo no ramo de confecções, artesanatos e doces, todos fabricados em casa.

A agricultura está direcionada para atender ao mercado consumidor de Fortaleza, especialmente para os hortifrutigranjeiros. Merecem atenção as culturas de banana, abacate, mamão, batata-doce, manga e cítricos em geral. Também no setor primário, aparece a produção de suínos e aves, sendo o município o maior criador e produtor de aves e ovos no Estado do Ceará.

A cidade de Maranguape situa-se no sopé da serra homônima, cujo ponto culminante está a aproximadamente 900 m de altura. A vegetação da serra é considerada como resquício de Mata Atlântica, sendo reconhecida pela Unesco como um "patrimônio do planeta".

Composta por um cenário de grande beleza e por um clima agradável durante grande parte do ano, a Serra de Maranguape é um atrativo de lazer, provocando um bom fluxo de pessoas de Fortaleza nos finais de semana. Essas condições naturais, aliadas aos incentivos fiscais oferecidos pelo governo do estado ao setor turístico, e a proximidade com a capital, portão de

entrada do fluxo turístico nacional e internacional, credenciam Maranguape a tornar-se opção serrana para os turistas advindos de outras regiões.

No que se refere à legislação ambiental a Serra de Maranguape é protegida por lei municipal que criou a área de proteção ambiental a partir da cota de 100 metros (nº 1.168/93), mas que não vem sendo cumprida.

No setor mineral destacam-se as lavras de granitos e areia para agregado, utilizados na construção civil.

7.10.11 Pacajus

Segundo o Iplance (2002) o município tem uma área de 241,90 km², uma população de 44.070 habitantes, densidade demográfica de 181,94 hab/km², taxa de urbanização de 77,78% e um índice de escolaridade líquida no ensino fundamental de 101,22%.

O produto interno bruto a preço de mercado atingiu segundo Iplance (1998) as seguintes cifras: PIB total (1998) (R\$ mil): 304.645,18 e PIB per capita (1998) (R\$): 7.754,15. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (5%), indústria (79,27%) e serviços (15,73%).

Está incluído nas bacias hidrográficas dos rios Pacoti e Choró. Dentro dos seus limites estão inseridas parte das bacias hidráulicas dos açudes Pacoti e Pacajus, responsáveis pelo abastecimento do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza.

Município rico em recursos naturais, com boas condições de acesso e proximidade dos centros consumidores, além de outras vantagens, tornando-o dotado para o desenvolvimento de atividades diversificadas.

O território do município é cortado pela BR-116, localizado próximo aos principais mercados consumidores do estado. O segmento da BR-116 que corta o município está implantado o distrito industrial de Horizonte-Pacajus. Existem indústrias têxteis e de calçados de médio porte e serviços de apoio a população local

O município possui bom potencial para a atividade agrícola, capaz de contribuir para o abastecimento da Região Metropolitana.

Culturas de ciclo curto como milho, feijão e mandioca e, fruticultura diversificada são os usos agrícolas principais. Possui também o município notória tradição na avicultura.

7.10.12 Pacatuba

Possui uma população de 48.240 habitantes, com uma área de 141 km². A taxa de urbanização de 96,54% do município é um dos maiores do estado.

A proximidade de Fortaleza - cerca de 25 km é melhor explicação para a elevada taxa de crescimento dos distritos que compõem o território atual, em segundo lugar no estado.

O reconhecimento de Pacatuba como um aglomerado urbano é bastante antigo, datando do século passado. A divisão territorial, no entanto, tem-se alterado desde então: foram criados distritos e desmembrados outros; mais recentemente, Guaiúba e Itaitinga, que eram porções do seu território, assumiram vida própria com a emancipação.

Pacatuba sobressai ainda pela baixa taxa de analfabetismo e de mortalidade infantil.

A economia municipal é bastante incipiente quando se compara com a média estadual, em quase todos os indicadores - renda, repasse do ICMS, comunicações, transporte e energia.

Trata-se de um dos municípios periféricos da Região Metropolitana de Fortaleza que apresenta uma estrutura urbana consolidada, porém com sérios problemas de integração espacial. A implantação do Conjunto Jereissati, ocupando também áreas do município de Maracanaú, vem gerando problemas desde o início de sua concepção.

Apesar de o setor primário de Pacatuba apresentar, atualmente, fraco desempenho, são muitas as oportunidades para seu incentivo. A localização geográfica próximo a mercados consumidores, a possibilidade de exportação da produção agrícola, a existência de terras férteis e as condições climáticas favoráveis possibilitam o bom desempenho da agropecuária. Importante salientar a existência de uma escola agrícola de projeção nacional.

Na mineração existem áreas oneradas para granito na localidade de Morro da Mongoba; fonolito em Bujari; argila e areia em Riachão; areia em Jenipapo e Fazenda Labirinto; e argila em São Paulo e Alto Fechado.

7.10.13 São Gonçalo do Amarante

Abrange uma área de 845,80 km² (Iplance, 2002), constitui o segundo município em extensão territorial da Região Metropolitana de Fortaleza, com uma população residente de (Iplance, 2000) de 35.608 habitantes, densidade demográfica (Iplance, 2000) de 42,20 hab/km², taxa de urbanização de 62,05% e uma taxa de escolaridade líquida no ensino fundamental de 97,16%.

Segundo o Iplance (1998) o município apresentou um PIB total (R\$ mil): 59.245,65; e, um PIB per capita (1998) (R\$): 1.736,75. Quanto a estrutura setorial do PIB verificou-se para agropecuária (14,68%), indústria (22,55%) e serviços (62,77%).

Existe o domínio de duas grandes bacias hidrográficas a do Rio São Gonçalo e Curu. Nas faixas interdunares existem diversas lagoas destacando-se o Lagamar do Gereraú e lagoa do Talos, constituem um grande reservatório para abastecimento humano, além da utilização como pontos de lazer, de grande importância turística e paisagística

Merecem atenção ainda os aquíferos da faixa litorânea, no cordão de dunas, que abastecem as áreas ocupadas, principalmente as localidades de veraneio (Pecém).

Entre as atividades primárias, a agropecuária aparece em todo o território do município onde a maioria das propriedades têm menos de 1.000 hectares.

O setor aparece com os seguintes dados:

- na faixa entre a BR-222 e o cordão de dunas, encontra-se uma grande atividade de criação de gado leiteiro;
- na porção do sertão, aparece a produção de cera de carnaúba, associada à cultura de subsistência e à criação extensiva de gado;
- a extração de madeira para produção de carvão vegetal e produção de "estacas", na faixa dos tabuleiros e nas áreas serranas, representa uma atividade intensa na época de estiagem, que resultam em grandes desmatamentos.

A atividade industrial concentra-se no distrito do Pecém, na proximidade do Porto de mesmo nome. O sistema viário é composto de diversas rodovias e uma ferrovia que interliga o distrito industrial do Pecém e o porto ao resto do estado. O Porto do Pecém com toda infraestrutura viária e elétrica constitui o maior atrativo para implantação de projetos industriais.

No setor terciário, a atividade turística concentra-se na praias do Pecém. A implantação de hotéis e pousadas, restaurantes e clubes recreativos têm aumentado a oferta de serviços, utilizando mão-de-obra de menor qualificação do próprio município e de Fortaleza, mais qualificada.

A ocupação do município, em função das condições geoambientais e pela grande extensão territorial é bastante peculiar: de uma parte, a faixa litorânea, compreendida entre a rodovia estruturante (Sol-Poente) e a linha de costa (mar), de outra parte, a macroárea conhecida pelo nome de "sertão" ocupada pelas planícies sertanejas e os maciços residuais, onde predominam a agricultura de subsistência, a pecuária intensiva e a mineração.

Quanto ao uso do solo propriamente dito evidencia-se agropecuária intensiva, com algumas grandes propriedades; Mineração de areia grossa nos leitos dos rio Anil, São Gonçalo e Curu, de areia fina para argamassa na Formação Barreiras no distrito do Pecém; Agricultura realizada em médias propriedades e com as culturas de subsistência (feijão e milho) e as culturas industriais (castanha de caju e coco-da-baía).

A faixa de praia e o campo de dunas constituem áreas com grande potencialidade ao ecoturismo (conservação ambiental), pesca artesanal, uso controlado dos recursos hídricos subterrâneos e corpos de água superficiais.

A ocupação de áreas junto aos aquíferos litorâneos vem comprometendo a recarga das águas subterrâneas, merecendo um maior controle, bem como aplicação de legislação específica de preservação das dunas.

O complexo industrial portuário do Pecém, além de alterar a economia do município e do próprio estado do Ceará, trará profundas transformações na política da organização territorial e, conseqüentemente, quanto ao uso e ocupação do solo urbano e rural.

O Distrito de Pecém, com uma população de cerca de 5.500 habitantes, projeta para os próximos 15 anos uma população de aproximadamente 150.000 pessoas, com uma geração de 30.000 empregos.

8. MANANCIAS HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS - ÁREAS DE PRODUÇÃO HÍDRICA SUBTERRÂNEA

8.1 Avaliação Quantitativa

Este capítulo trata da divulgação do potencial e aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos na RMF, com o fim de permitir a exploração racional de água subterrânea. É necessário em primeira instância conhecer as condições hidrogeológicas e o regime de escoamento das águas subterrâneas.

Neste trabalho analisa-se o comportamento hidrogeológico de quatro sistemas hidrogeológicos distintos:

- a) Dunas/Paleodunas
- b) Flúvio-Aluvionares;
- c) Barreiras;
- d) Contexto Cristalino

8.1.1 Caracterização dos Sistemas Aquíferos

8.1.1.1 Aquíferos Sedimentares

Compreendem os depósitos acumulados nos terrenos sedimentares, estando o meio aquífero representado pela porosidade intergranular primária, com possibilidades hidrogeológicas muito variáveis na dependência da litologia, espessura, morfologia e posicionamento estratigráfico das camadas.

8.1.1.1.1 Dunas/Paleodunas

As Dunas/Paleodunas compreendem sedimentos arenosos, homogêneos e bem classificados, com índices elevados de porosidade.

É composto por areias pouco consolidadas e extremamente homogêneas, finas e médias, com diâmetro efetivo predominando entre 0,15 a 0,25 mm e espessuras entre 10 – 25 metros. Ocasionalmente ocorrem intercalações de níveis siltico-argilosos a argilosos, oriundos da própria variação da energia de deposição dos clásticos, e a presença de intercalações de argilas orgânicas, de tonalidades escuras, a exemplo do que existe em Abreulândia e Cocó.

Este pacote apresenta reduzida espessura, restringindo suas potencialidades apesar da elevada capacidade armazenadora refletida pela elevada porosidade. Entretanto, para o abastecimento suplementar da área do município, o sistema dunas/areias de praia assume especial interesse, na medida em que a demanda a ser atendida seja compatível com as possibilidades locais de

exploração, ou mesmo com um suprimento ao sistema de abastecimento já existente da CAGECE.

Indiscutivelmente constitui o melhor potencial hidrogeológico da área estudada, representando um aquífero livre, com espessuras saturadas oscilando de poucos a até 10 metros, nível estático normalmente sub-aflorante nas áreas de descarga, atingindo, em média, 06 metros.

Suas águas são captadas por poços tubulares rasos, com profundidades inferiores a 20 metros, perfurados normalmente em 10” e revestidos em 6” ou 4”, que produzem vazão média de 6,0 m³/h podendo alcançar, localmente, até 3,5 m³/h.

Possui como características básica uma dupla função hidrogeológica, refletida no funcionamento do sistema como aquífero principal e aquífero principal e aquífero de transferência do potencial hídrico para unidades sotopostas, a exemplo do Barreiras.

As características hidrodinâmicas médias obtidas através de testes de aquíferos e de produção para diversos campos de dunas/paleodunas constam no Quadro 13. Refletem aspectos relacionados as variações litológicas, que denotm a maior presença de níveis siltico-argilosos e variação da espessura saturada (CAMPOS E MENEZES, 1982).

QUADRO 13

VALORES MÉDIOS DO AQUIFERO DUNAS – ORLA COSTEIRA DA RMF

Local	Município	n.º de Testes	Q (m ³ /h)	K (m/s) x 10 ⁻⁴	T (m ² /h)	H ₀ (m)
Cocó	Fortaleza	135	6,0	2,50	6,98	7,7
Pecém	Pecém	22	2,4	1,40	3,88	7,7
S. Gonçalo	S. Gonçalo	09	8,7	1,00	4,32	12,0

Fonte: Campos & Menezes

Legenda:

Q = Vazão

T = Transmissividade

H₀ = Espessura Saturada

K = Condutividade Hidráulica

Observa-se que os valores médios de condutividade hidráulica e transmitividade oscilam de 0,73 a 2,50 x 10⁻⁴ m/s e de 2,37 a 6,98 m²/h, respectivamente, aceitáveis como representativos para o sistema dunas/paleodunas. Sobre este existem poços captando de poucos e até 13 m³/h, refletindo capacidades específicas que oscilam de 0,02 a 23 [(m³/h)/m].

O comportamento de fluxo das águas subterrâneas nas Dunas/Paleodunas é refletido pelas águas que fluem em direção ao mar, porém sofrem alteração de percurso ao encontrarem o fluxo condicionado pela recarga de cordões de dunas mais próximas a linha de praia em direção ao continente, formando-se, então, as lagoas interdunares.

No geral, o fluxo das águas subterrâneas se processa para o mar onde são observadas fontes difusas ao longo da costa, lagoas interdunares e zonas aluvionares pertencentes as bacias dos rios Pacoti, Cocó e Ceará. Porém, as maiores perdas d’água do aquífero são por consequência da

intensa evapotranspiração, associada a um nível estático sub-aflorante. A recarga é eminentemente pluviométrica, salvo exceções causadas por drenagens influentes.

Em função dos elevados coeficientes de condutividade hidráulica, transmissividade e porosidade efetiva, associados, ainda, a um nível estático extremamente raso, o sistema dunas/paleodunas é altamente susceptível a poluição, representando uma unidade extremamente vulnerável aos impactos antrópicos negativos resultantes do uso e ocupação do meio físico, com um fator efetivo de risco.

8.1.1.1.2 Depósitos Flúvio-Aluvionares

Os depósitos que bordejam as calhas da rede são formados através da deposição fluvial e pelo fluxo hídrico laminar, que condicionado pelos pesados aguaceiros (chuvas torrenciais) carrega grande quantidade de detritos finos para as áreas marginais.

As planícies fluviais ocupam 280 km² (8%), nas quais os solos aluviais, hidromórficos e halomórficos constituem as classes dominantes, quase sempre recobertos pela Mata Ciliar de Carnaubais que constituem indicativos de água salgada.

Constituem aquíferos livres, com espessuras de poucos a até 15 metros e nível estático sub-aflorante (inferior a 2 metros), não existindo dados hidrodinâmicos no âmbito da RMF. São representados por sedimentos de granulometria muito fina, frequentemente intercalados com níveis argilosos e orgânicos, derivados de uma ação erosiva sobre rochas sedimentares e migração de partículas das zonas de mangue.

Esta composição litológica permite que exista uma variação das características hidrodinâmicas, maior à medida em que ocorrer a alternância mais frequente de clásticos.

A pequena declividade dos canais de drenagens e a proximidade à linha de costa, permite o avanço das marés até distâncias consideráveis (8Km) ao longo dos rios favorecendo, em algumas áreas, a formação de salinas e influenciando na qualidade das águas armazenadas nas unidades aluvionares.

BIANCHI *et al* (1984) observaram que, somente a montante da equipotencial de cinco (5) metros, é possível captar água subterrânea sem a presença de levadas concentrações (>300 mg/L) de cloretos.

A recarga provém da precipitação pluviométrica, dos rios influentes e das águas subterrâneas das Dunas/Paleodunas e Barreiras. Como exutórios tem-se a evapotranspiração e a própria drenagem, em épocas de verão. No inverno, é muito comum as faixas aluvionares serem cobertas por água dos rios, pelo extravasamento destes.

8.1.1.1.3 Grupo Barreiras

Localmente constitui um aquífero livre, com características regionais de semi-confinamento em função dos níveis silto-argilosos, tendo como fatores de recarga a precipitação pluviométrica, as

drenagens influentes que percolam o contexto, as lagoas interdunares e o sistema dunas/paleodunas que funciona com dupla função (aqüífero e unidade de transferência de água).

Como exultório tem-se a rede de drenagem efluente, lagoas, evapotranspiração e, ainda, o meio cristalino sotoposto, desde que fraturado e com características que permitem a circulação e o armazenamento d'água.

8.1.1.2 *Contexto Cristalino*

Correspondem as zonas de ocorrência de rochas xistosas, graníticas, gnáissicas e migmatíticas, de porosidade intergranular praticamente nula. O meio produtivo está representado pelas fissuras e diáclases interconectadas resultantes dos esforços sofridos, apresentando em geral potencial hidrogeológico reduzido, seja pelo aspecto quantitativo devido as condições deficientes de circulação ou pelo lado qualitativo onde apresenta via de regra, taxas excessivas de salinização em decorrência das condições de fluxo dominantes e do elevado tempo de contato da água com a rocha armazenadora.

As vazões dos poços são em geral baixas com valores médios 1300 l/h, enquanto que a salinidade pode alcançar índices elevados, tornando muitas vezes inadequada a utilização da água para o consumo humano ou industrial. Dependendo, entretanto de critérios de locação tecnicamente consistentes que levem em conta os aspectos influentes ligados aos esforços tectônicos (tipo e distribuição dos fraturamentos), e os condicionamentos morfológicos, hidrológico e litológico aumenta a probabilidade de obtenção de vazões razoáveis e de águas de potabilidade adequada, capazes de atender as necessidades de uso industrial, doméstico e do abastecimento de pequenas comunidades.

A presença de água está condicionada à existência de falhas, fraturas e fendas. Sempre essas aberturas diminuem de dimensão com o aumento da profundidade. Muitas vezes essas rochas submergem a superfície por estarem recobertas por um manto de intemperismo, ou depósitos aluvionares camadas estas que possuem material granular e representam aqüíferos de razoável possança, como por exemplo a oeste do rio Maranguapinho no município de Fortaleza.

As rochas do embasamento Pré-Cambriano representam para a Hidrogeologia um contexto de pequena vocação para armazenamento e captação de água subterrânea, decorrente da ausência quase total de porosidade e condutividade hidráulica primárias.

O enquadramento desses terrenos como aqüíferos está na dependência da existência de estruturas rúpteis, abertas e interconectadas com área de recarga.

Na RMF, o embasamento cristalino domina espacialmente e é representado, predominantemente, por um complexo gnáissico-migmatítico e rochas graníticas. Com exceção dos municípios de Fortaleza, Aquiraz, Eusébio e São Gonçalo do Amarante, todos os outros estão localizados, em sua maior extensão, sobre esta unidade litológica.

Os poços tubulares perfurados possuem profundidades variáveis de 30 a 80 metros, predominando de 50 a 60 metros. O nível estático oscila, predominantemente, entre 0,7 e 15 metros (96,3%), com mínimo de 0,7m, máximo de 47 m e média de 6,0m.

O rebaixamento do nível d'água nos poços do cristalino oscila predominantemente entre 5 e 35 metros (78.9%). A oscilação é decorrente das características técnicas do equipamento utilizado para o teste de vazão e do tempo de duração do mesmo.

A alimentação ocorre da contribuição pluviométrica, drenagens e espelhos d'água (lagoas e aludes) associados a fraturamentos, e das unidades aquíferas sobrepostas, a a exemplo do Barreiras e aluviões. Os exutórios são representados por drenagens efluentes e pela evapotranspiração.

A coluna hidroestratigráfica da RMF pode ser visualizada no Quadro 14, a seguir:

QUADRO 14
COLUNA HIDROESTRATIGRÁFICA

Era	Período	Unidade lito-estratigráfica	Símbolo	Espessura (m)	Litologia	Hidrogeologia
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	Areias de praia	Qap	5	Areias de granulação média predominantemente quartzosas	Permeabilidade intersticial média a elevada, alimentação abundante, espessura saturada até 20m, exploração mais viável através de poços escavados (com ou sem drenos horizontais), canais drenantes e poços tubulares.
		Dunas móveis ou recentes	Qd	20	Areias finas, quartzosas bem classificadas, de cores claras comumente esbranquiçadas	
		Depósitos flúvio-aluvionares	Qa	12	Cascalhos, areias grossas, siltes e argilas (org.), predominante onde indicado	
		Paleo-dunas	Qpd	20	Areias de grão fino a médio raramente siltosas, coloração variada entre o cinza e vermelho suave	
	TERCIO-QUATERNÁRIO	Grupo barreiras	TQb	± 60	Argilas (org.) arenitos (org.), cascalho e conglomerados, todos diversos. Predominantemente onde indicados	Permeabilidade intersticial geralmente média, espessura de até 70m, alimentação mediana, exploração mais viável por poços tubulares, fontes e/ou combinações.
PRÉ – CAMBRIANO INDIFERENCIADO		COMPLEXO CAICÓ COMPLEXO TAMBORIL/SANTA QUITÉRIA	Pc	3000	Gnaisses (org.), lentes de metarcásios, anfíbolitos, quartzitos, gnaisses migmatíticos	Permeabilidade fissural restrita à zonas afetadas por acidentes tectônicos localmente associados o condicionamento topográfico, coberturas rarefeitas de depósitos detriticos diversos, mantos de intemperismo; exploração subterrânea mais viável através de poços tubulares criteriosamente localados.

8.2 Critérios de Qualidade

8.2.1 Introdução

O suprimento de água para a população não é um problema que é resolvido somente com quantidade, mas especialmente com água de qualidade. Como os armazenamentos de água podem ser pouco ou muito vulneráveis à contaminação, além de uma identificação do tipo de reserva explorada, torna-se premente o monitoramento da qualidade da água de abastecimento.

Embora as reservas subterrâneas sejam, em princípio, menos vulneráveis à ação antrópica que as superficiais, a experiência tem mostrado que o elevado crescimento populacional sem sistema adequado de esgotamento sanitário e o crescimento de atividades industriais têm tornado este recurso mais susceptível a deteriorização de sua qualidade.

Existem parâmetros que permitem classificar uma água de acordo com o uso a que ela se destina. Este conhecimento nasceu da experiência adquirida através de estudos de saúde pública que levaram aos níveis permissíveis de elementos nela dissolvidos.

A existência destes níveis está associada a componentes inorgânicos; os orgânicos são proibidos na água de consumo humano. No entanto, para outros usos da água, é possível alargar a tolerância quanto a parâmetros cujos limites, no caso da água potável, são rígidos.

O estudo da qualidade das águas usadas para abastecimento é uma questão de saúde pública, e conseqüentemente, econômica. O suprimento de água de boa qualidade evita o desenvolvimento de doenças transmitidas pelas águas que a humanidade viu tantas vezes acontecerem em escala catastrófica em muitos países.

Este estudo das águas subterrâneas no município de Fortaleza permitirá encontrar um suprimento de água de qualidade adequada ao consumo humano e a identificação de pontos críticos onde a ocupação inadequada do meio ambiente põe em risco a saúde dos consumidores da água explorada.

8.2.2 Qualidade das Águas

Para classificar a água quanto à qualidade, devemos ter em mente, em primeiro lugar, o tipo de uso a que ela se destina. É necessário determinar as quantidades e os tipos de sais nela dissolvidos e, nos casos de consumo humano, necessita-se também de uma análise bacteriológica.

A condutividade elétrica é a determinação quantitativa dos sais dissolvidos; por ser de fácil determinação, ela deve ser o primeiro parâmetro a ser medido. Este parâmetro representa a quantidade de sais porque os minerais dissolvidos na água se dissociam em íons. A condutividade elétrica não identifica os tipos de sais, mas ela é proporcional à concentração total deles.

Este é um dos parâmetros usados para identificar o grau de potabilidade das águas e a sua adequação para os diversos usos como agricultura, indústria, etc. Águas com condutividades abaixo de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ têm baixa salinidade, são potáveis e adequadas a qualquer tipo de uso na agricultura. Com valores acima de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, as águas não são apropriadas para o consumo humano, devem ter uso restrito na agricultura; quando os valores forem acima de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ têm uso muito limitado.

Nas águas naturais, oito principais tipos de íons (“íons maiores”) estão presentes: os cátions cálcio, magnésio, sódio, potássio e os ânions cloreto, sulfato, bicarbonato e nitrato; este último um indício de contaminação.

Outros íons podem estar presentes naturalmente, como os de ferro e de alumínio e outros como nitrato e amônia indicativos de contaminação. Os íons amônia, nitrito e nitrato presentes em uma amostra de água indicam que uma análise bacteriológica da água é necessária.

No entanto, se a água for utilizada somente na indústria, sem consumo humano, a análise bacteriológica é desnecessária e neste caso, parâmetros como dureza e alcalinidade da água devem ser determinados.

Algumas determinações podem passar a ser necessárias no caso de águas tratadas ou de águas poluídas. É o caso, por exemplo, do cloro residual que deve ser medido quando as águas são tratadas com cloro.

Quando as águas se destinam à agricultura outros parâmetros devem ser determinados. São aqueles que levam em conta a interação entre a água e o solo, identificando trocas de cátions e de ânions que o danificam. É o caso, por exemplo, da troca de sódio da água por cálcio do solo o que o deixa endurecido.

A origem dos íons dissolvidos nas águas é um dado importante para controle da qualidade das águas. Embora não seja tão óbvio, identifica-la é um objetivo a ser perseguido no estudo de qualquer reserva hídrica.

8.2.3 As Águas Subterrâneas

É fácil pensar que o reservatório que contém a água contribui para a salinidade das águas nele armazenadas. No entanto, como os aquíferos têm uma composição química complexa, não é fácil associar um tipo de água a um tipo de armazenamento.

As águas de chuva carregam sais da atmosfera, da superfície do solo durante o escoamento superficial e do perfil do solo durante a recarga do aquífero. Neste processo, as águas podem atingir condutividades elétricas entre $\approx 30 \mu\text{S}/\text{cm}$ (em terreno arenoso interiorano, como, e.g., na Chapada do Araripe) e $\approx 400 \mu\text{S}/\text{cm}$ (característico para água fluvial no cristalino).

A permanência da água no aquífero possibilita a dissolução de rochas e do tempo de permanência da água nele em quantidades e tipos que dependem do aquífero. Daí porque é importante identificar o aquífero que está sendo bombeado quando queremos caracterizar hidroquimicamente as águas armazenadas em um sistema com mais de um aquífero.

No município de Fortaleza, as águas estão armazenadas em dunas, na Formação Barreiras, no cristalino e em áreas aluvionares. Estes aquíferos são hidraulicamente diferentes, e suas águas podem ter qualidades completamente distintas. Isto pode ocorrer mesmo quando a recarga dos diferentes aquíferos é feita com a mesma água.

Como as águas de chuvas, mesmo em regiões não poluídas são naturalmente ácidas (pH=5,6) pela presença de ácido carbônico, favorece reações dentro do aquífero são favoráveis. A presença dos íons Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- e SO_4^- nas águas decorre, primariamente, da alta abundância de parte destes elementos nas rochas; os demais têm origem externa ao aquífero.

8.2.4 Resultados

8.2.4.1 Dados Anteriores

Apresenta-se, a seguir, os dados hidroquímicos disponíveis até agora, para uma caracterização da qualidade da água subterrânea de Fortaleza. Inicia-se com dados de um trabalho de pesquisa realizado em 1977 no Departamento de Física da UFC quando foram analisadas 65 amostras de água subterrânea no município de Fortaleza (Rolf Pohling, Marlúcia F. Santiago, Joaquim R. Torquato e Linda Garrett: Estudo da qualidade da água de Fortaleza).

Como esta pesquisa reúne análises confiáveis, ela pode servir como referencial para identificar mudanças ocorridas no lençol de Fortaleza durante os últimos 25 anos. Ela foi a primeira pesquisa realizada sobre a qualidade da água subterrânea na área.

Os locais de amostragens estão indicados na Figura 8.1 que mostra uma ampla distribuição de pontos em todo o município, embora o número de poços seja pequeno em relação ao número total de poços do cadastro atual. A distribuição espacial dos valores de concentrações totais está apresentada na Figura 8.2.

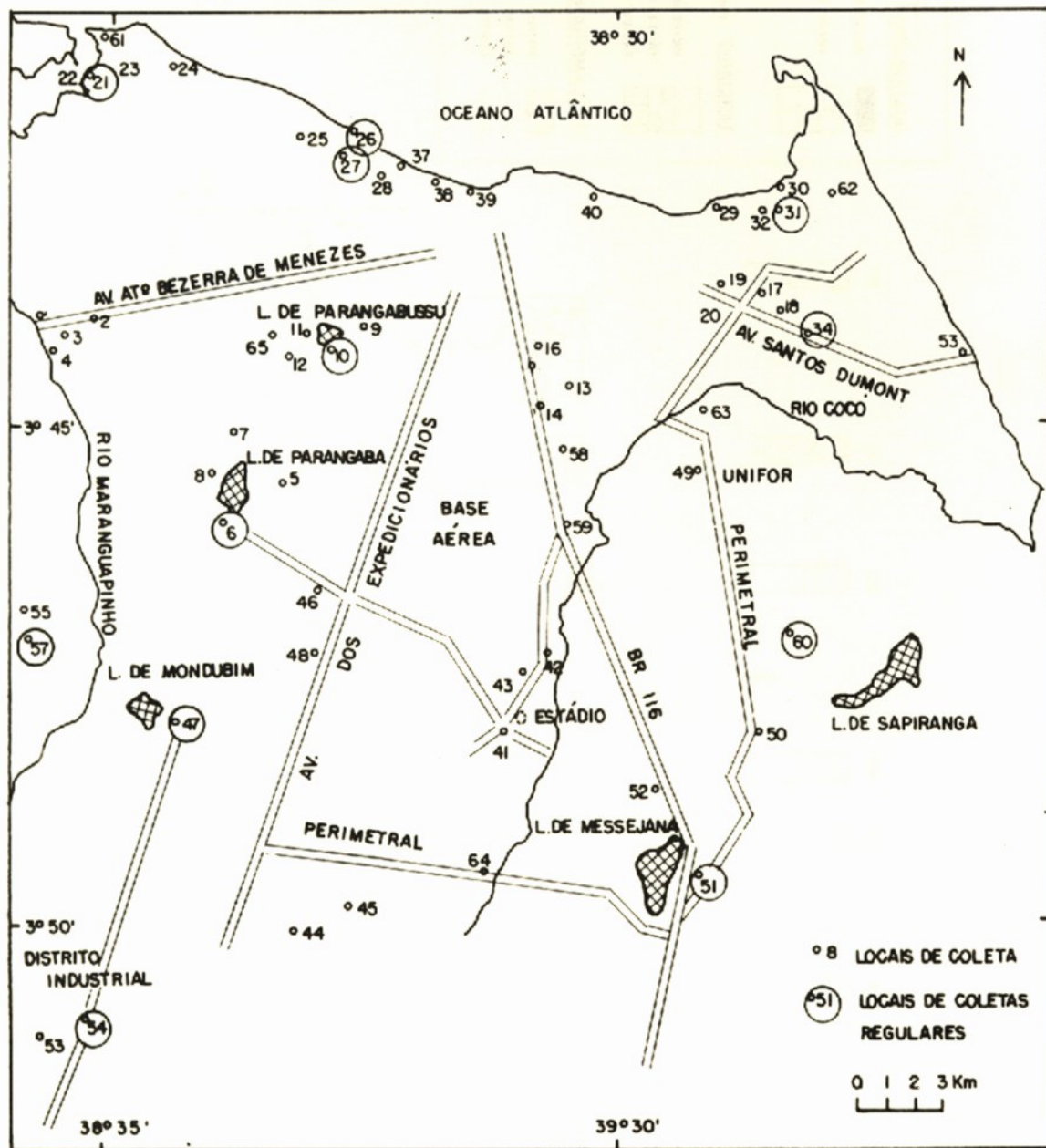


FIGURA 8.1 - Mapa de localização de poços amostrados no município de Fortaleza em 1977.

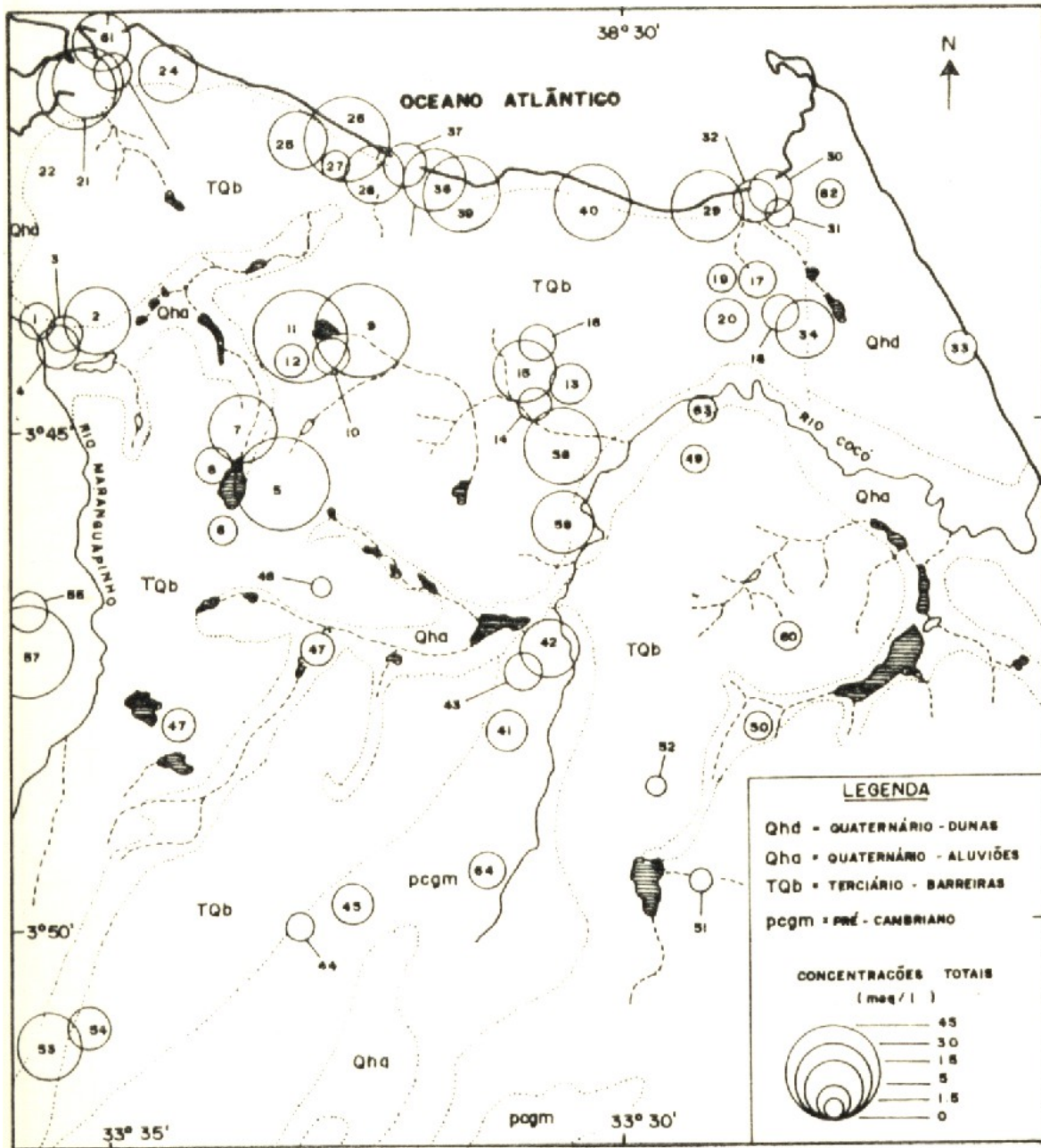


FIGURA 8.2 - Distribuição espacial dos valores de concentrações totais de poços amostrados em 1977 no município de Fortaleza.

Na Figura 8.2 podemos observar que as mais elevadas concentrações se encontram na costa e na parte central. O diagrama de Piper com estas amostras está apresentado na Figura 8.3. Neste conjunto de 65 amostras há predominância de águas cloretadas sódicas, mas encontramos também amostras bicarbonatadas mistas.

A localização na costa favorece a presença de aerossóis marinhos que contribuem para a predominância de águas cloretadas sódicas.

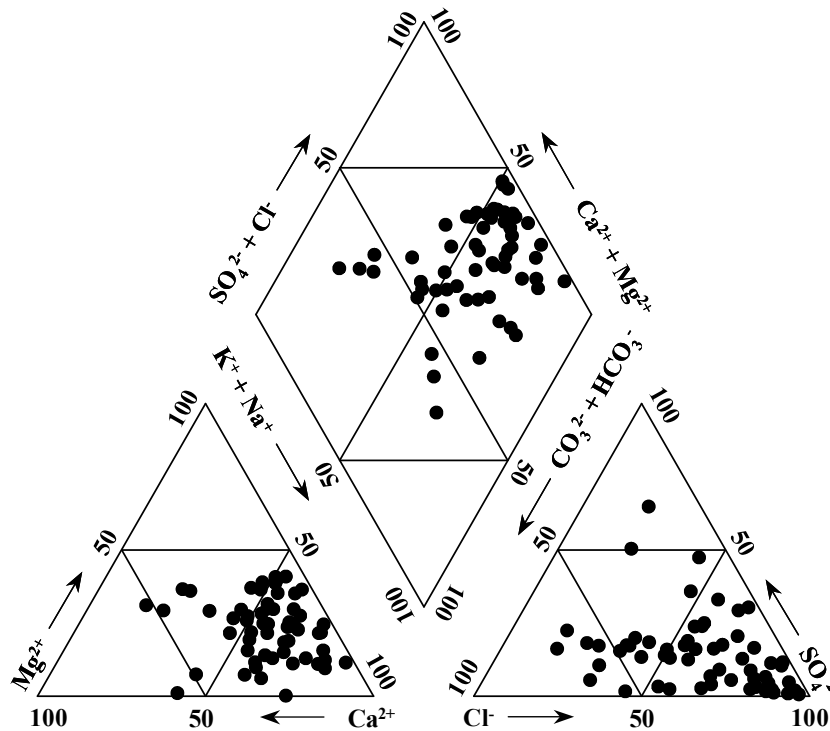


FIGURA 8.3 - Diagrama de Piper com amostras de poços coletadas em 1977 nos pontos indicados no mapa da figura 1.

O percentual de cada cátion e cada ânion deste conjunto de poços está mostrado na Figura 8.4. Estes histogramas reforçam a predominância de cloretos como também de sódio nas águas.

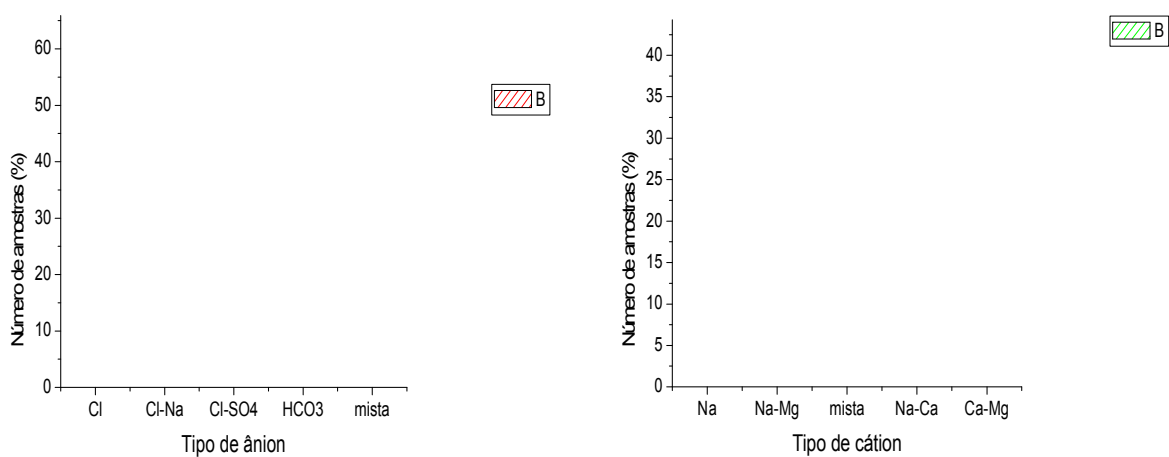


FIGURA 8.4 - Percentuais de ânions e cátions nas 65 amostras da coleta de 1977.

Além do diagrama de Piper, construímos um diagrama do SAR que se presta a qualificar as amostras quanto ao uso na agricultura. Para esta classificação, o diagrama utiliza uma simbologia indicada no Quadro 15, a seguir.

QUADRO 15

SIMBOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE USO NA IRRIGAÇÃO

Tipo	Água de salinidade	Uso na irrigação
C1	fraca	Sem restrição
C2	Média	Com lixiviação moderada do solo
C3	Alta	Em solos bem drenados
C4	Muito forte	Em solos bem cuidados
C5	Extremamente forte	Em solos excessivamente permeáveis
Tipo	Águas sódicas	Uso na irrigação
S1	Fracamente	Sem restrição
S2	Medianamente	Imprópria para solo de textura fina
S3	Altamente	Sem tratamento só para solos gipsíferos
S4	Extremamente	Não utilizáveis

A Figura 8.5 mostra o diagrama do SAR com os dados dos 65 poços amostrados em 1977. Comparando os dados com a simbologia do quadro anterior podemos observar que somente 12 das 65 amostras de águas não poderiam ser utilizadas em atividades agrícolas. Este tipo de uso é inexpressivo no município de Fortaleza. No entanto, as águas com condutividades elétricas acima de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ não são apropriadas para o consumo humano.

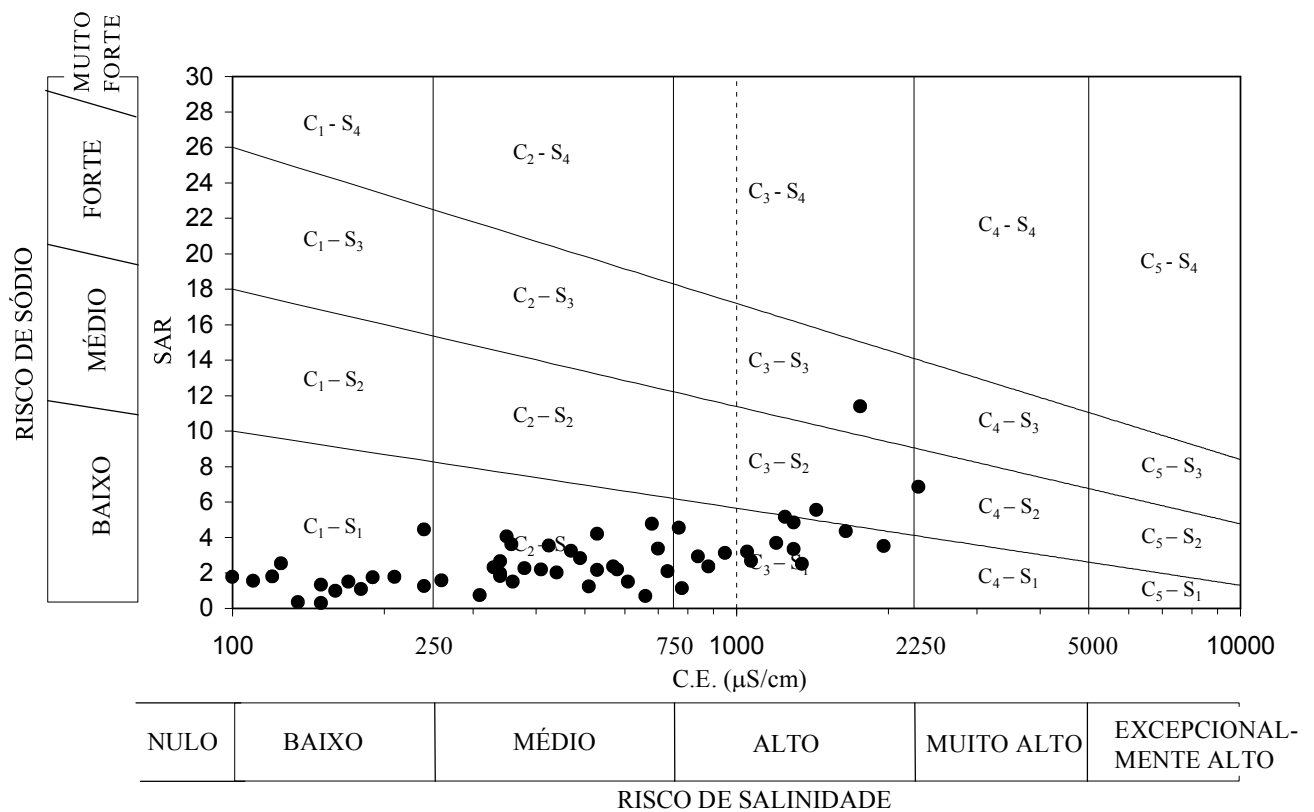


FIGURA 8.5 - Diagrama SAR das amostras coletadas em 1977.

Além deste conjunto de dados de coletas de 1977, utilizamos um outro que faz parte do cadastro construído com fichas dos poços das empresas de perfuração. Este conjunto está dividido em dois grupos conforme o período de coleta. Na Figura 8.6 está o diagrama de Piper com amostras de poços cadastrados no período 1996/2000. Embora com um número significativo de medidas com erro acima do aceitável (de 10% no balanço iônico) é possível observar a mesma tendência na predominância de cátions e ânions observada no conjunto de poços do trabalho de 1977. Além disso, observa-se que poços com erros elevados estariam em classes não comuns à área.

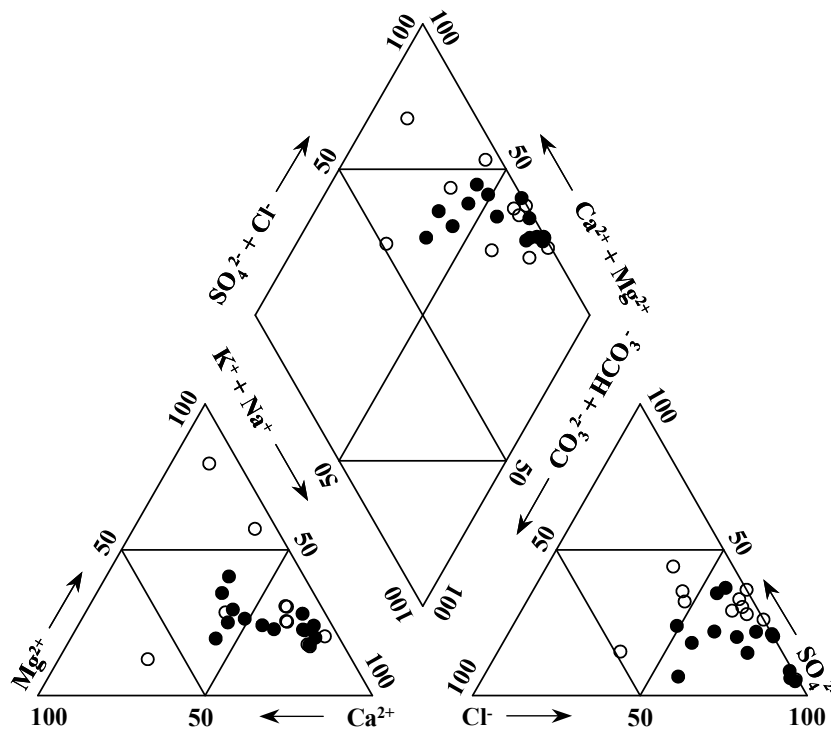


FIGURA 8.6 - Diagrama de Piper com amostras de poços cadastrados no período 1996/2000. Símbolos abertos se referem a medidas com erro acima do aceitável (10% no balanço iônico).

Um outro conjunto de poços cadastrado no período 2001/2001 foi utilizado no diagrama de Piper da Figura 8.7. Para estes poços são válidas as mesmas observações feitas para o conjunto de poços do cadastro de 1996/2000. Eles apresentam a mesma predominância iônica e também contém dados com erros acima do aceitável.

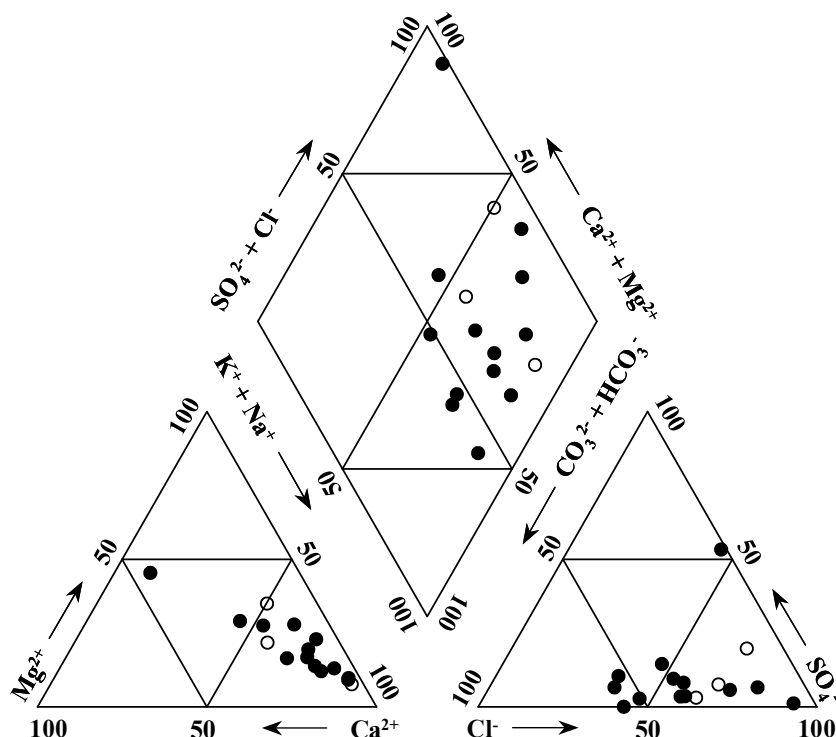


FIGURA 8.7 - Diagrama de Piper com amostras de poços cadastrados no período 2001/2002. Símbolos abertos se referem a medidas com erro acima do aceitável (10% no balanço iônico).

Para este conjunto de poços construí-se também um diagrama SAR que está apresentado na Figura 8.8. As análises dos poços cadastrados no período 1996/2000 não incluíram medidas de condutividade elétrica, por isso não foi possível construir um diagrama deste tipo. No conjunto de 2001/2001 aparecem dois poços, um com condutividade elétrica muito alta e outro excepcionalmente alta.

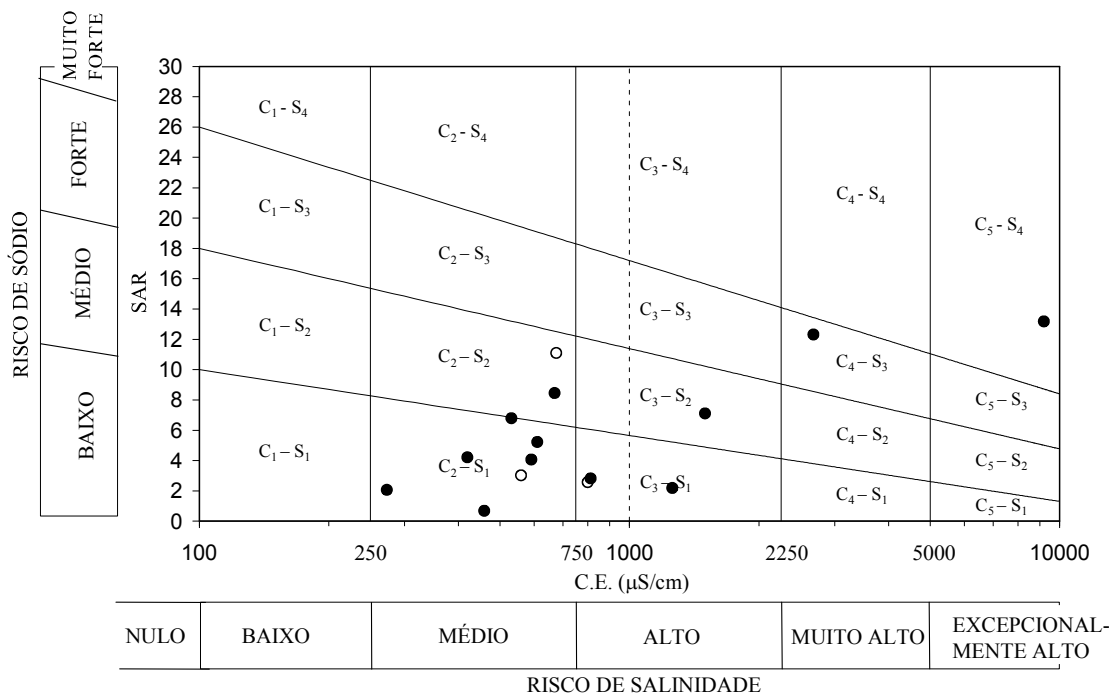


Figura 8.8 - Diagrama SAR das amostras de poços cadastrados no período 2001/2002. Símbolos abertos se referem as medidas com erro acima do aceitável.

8.2.4.2 Novo Cadastro

Dos 5.802 poços cadastrados menos de 1% (41 poços) apresentam análise química completa, mas quase todos dispõem de condutividade elétrica. O mapa da figura 9 apresenta os poços cadastrados e a distribuição espacial da condutividade elétrica das águas subterrâneas no município de Fortaleza, com intervalo de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



FIGURA 8.9- Mapa de localização de poços cadastrados no município de Fortaleza e isolinhas de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Este mapa mostra que as águas armazenadas nos aquíferos Barreiras e dunas são pouco salinas com valores de condutividade elétrica menores que $600 \mu\text{S}/\text{cm}$ na maior parte da área.

8.2.4.3 Nova Amostragem

Dentre os poços cadastrados estão sendo escolhidos pontos de amostragens que sejam representativos da água subterrânea para posterior determinação de sua qualidade obedecendo aos seguintes critérios:

- (i) escolha de poços com vazões acima de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ dentro de cada área estratégica;
- (ii) escolha dos poços a serem amostrados em cada área estratégica usando os seguintes dados do cadastro:

-
- uso – evitar indicar para coleta, os poços que estão identificados como abandonado e não instalado. Em áreas onde nenhum poço está em uso foi sugerido à equipe de amostragem o uso de uma bomba de dois tempos, portátil e em casos mais raros, o uso de uma “garrafa de amostragem”.
 - do conjunto de poços em uso foram escolhidos poços que abrangem toda a extensão da área. Quando existem poços suficientes em uso são indicados três próximos, como opção à equipe de amostragem.
 - dados do poço – para áreas estratégicas com muitas opções de escolha, o que é raro, foi utilizado o critério de rebaixamento específico como parâmetro de eficiência do poço.

Com estes critérios foram amostrados 13 poços indicados na Tabela 1. Esta tabela inclui também os dados de hidroquímica. Estas amostras chegaram no final do dia da amostragem; parte das análises foi realizada no mesmo dia e parte no dia seguinte. Os dados completos destes poços são encontrados no cadastro geral. A Tabela 2 faz referência à localização destes poços nas áreas estratégicas.

TABELA 1

HIDROQUÍMICA DE AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ÁREAS ESTRATÉGICAS

COLETA 01 – DATA: 05/08/2002

Poço	Concentração (mg/L)												STD (mg/L)	pH	CE (µS/cm)	T (°C)
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	OH ⁻	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻				
FO5029	3,92	5,72	31,73	2,37	49,28	5,34	14,40	ND	ND	0,43	0,03	11,79	125,00	4,68	232	27,3
FO4673a	8,62	18,57	97,48	3,61	163,59	1,22	9,62	ND	ND	0,24	0,01	114,91	417,86	4,84	728	27,5
FO4673b	14,90	7,14	19,33	4,21	18,72	0,87	88,95	ND	ND	0,25	0,01	18,76	173,14	6,24	235	28,5

COLETA 02 – DATA: 22/08/2002

Poço	Concentração (mg/L)												STD (mg/L)	pH	CE (µS/cm)	T (°C)
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	OH ⁻	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻				
F03959	18,03	26,67	42,17	6,07	81,80	59,86	50,03	ND	ND	0,22	0,01	32,74		5,92	543	33
F04519	19,60	20,00	88,33	12,55	150,78	18,50	47,59	ND	ND	0,26	1,04	44,46		5,41	731	33
F05414	21,95	34,77	160,90	18,07	232,58	44,45	123,25	ND	ND	0,20	0,01	57,20		6,46	1192	35,5
F05677	25,87	19,53	49,12	12,55	101,51	38,86	67,12	ND	ND	0,46	0,03	29,15		5,95	595	34,5

COLETA 03 – DATA: 23/08/2002

Poço	Concentração (mg/L)												STD (mg/L)	pH	CE (µS/cm)	T (°C)
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	OH ⁻	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻				
F02475	6,27	19,53	72,52	4,07	119,25	0,75	31,73	ND	ND	0,48	0,02	55,95		5,30	585	32,5
F04556	24,30	26,20	47,47	7,45	78,84	44,60	97,63	ND	ND	0,20	0,03	28,83		5,95	559	32,5
F04654	20,38	16,67	80,99	5,40	139,94	51,87	4,88	ND	ND	0,26	0,01	32,74		3,97	685	31,5
F05143	5,49	19,05	68,99	8,15	118,26	32,56	9,76	ND	ND	0,40	0,03	45,98		4,10	601	33,0
F05429	7,84	6,19	10,66	1,52	16,75	2,98	39,05	ND	ND	0,20	0,01	13,58		5,85	127	31,0
F05760	3,14	5,72	53,28	4,07	79,83	18,15	53,69	ND	ND	0,97	0,04	9,12		5,57	384	33,0

* ND = Não Detectado

TABELA 2**INDICAÇÃO DOS POÇOS AMOSTRADOS NAS ÁREAS ESTRATÉGICAS.**

Poço	Área estratégica	Poço	Área estratégica
FO5029	PICI	F04519	Papicu
F03959	Praia de Iracema	F04556	Papicu
F05414	Praia de Iracema	F04654	Papicu
F05677	Praia de Iracema	F05143	Jardim Cearense
F05760	Mata Galinha	F02475	Jardim Cearense
FO4673a	Cambeba	F05429	Praia do Futuro
FO4673b	Cambeba		

As amostras foram analisadas no Laboratório de Hidroquímica do Departamento de Física da UFC. O diagrama de Piper construído a partir dos dados da Tabela 1 está apresentado na Figura 8.10.

Este diagrama indica que as águas amostradas são cloretadas sódicas e mistas como observado nos períodos anteriores (1977, figura 3 e 1996/2000, figura 6). A Figura 8.11 apresenta um diagrama SAR com estas amostras; ela também mostra um comportamento semelhante aos dos dados obtidos nos períodos anteriores (Figuras 5 e 8).

Uma discussão sobre estes resultados e outros complementares será feita no relatório seguinte quando o número de dados for representativo.

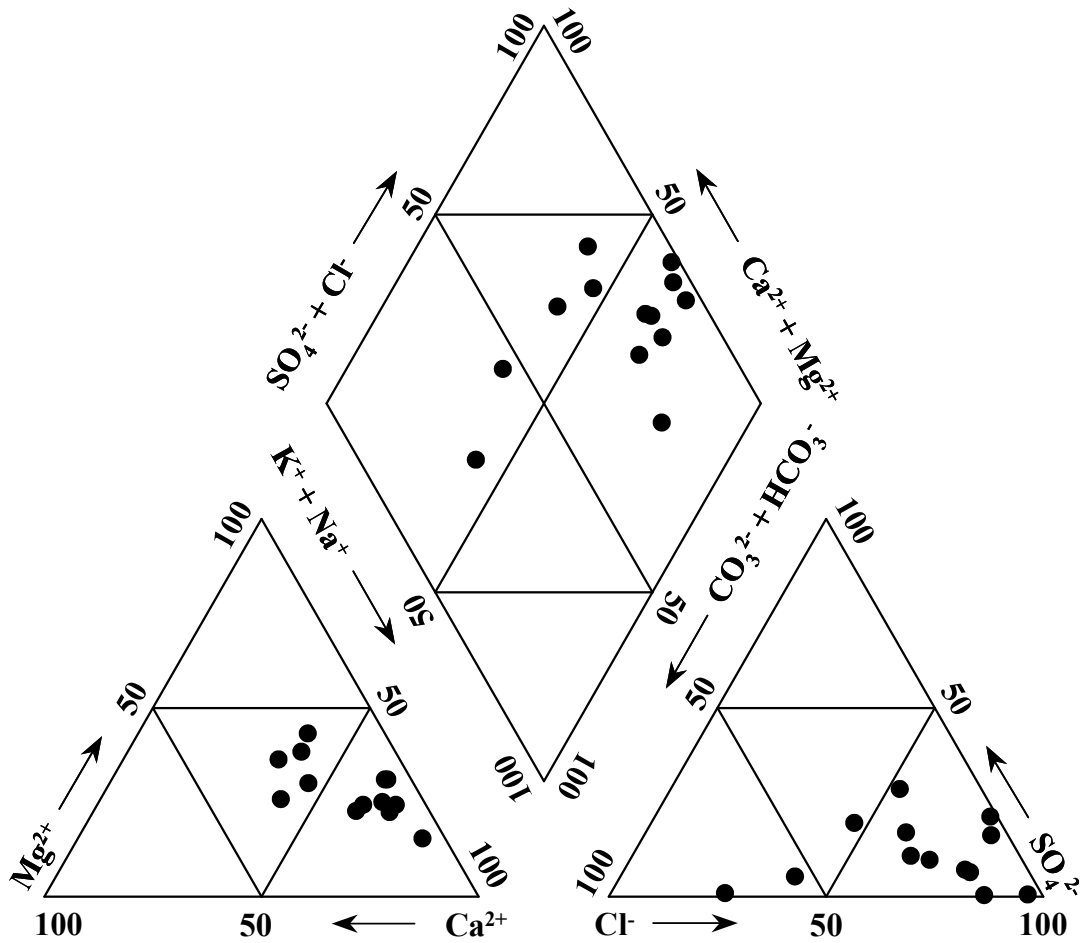


FIGURA 8.10 - Amostras coletadas dentro deste projeto e analisadas no Laboratório de Física da UFC

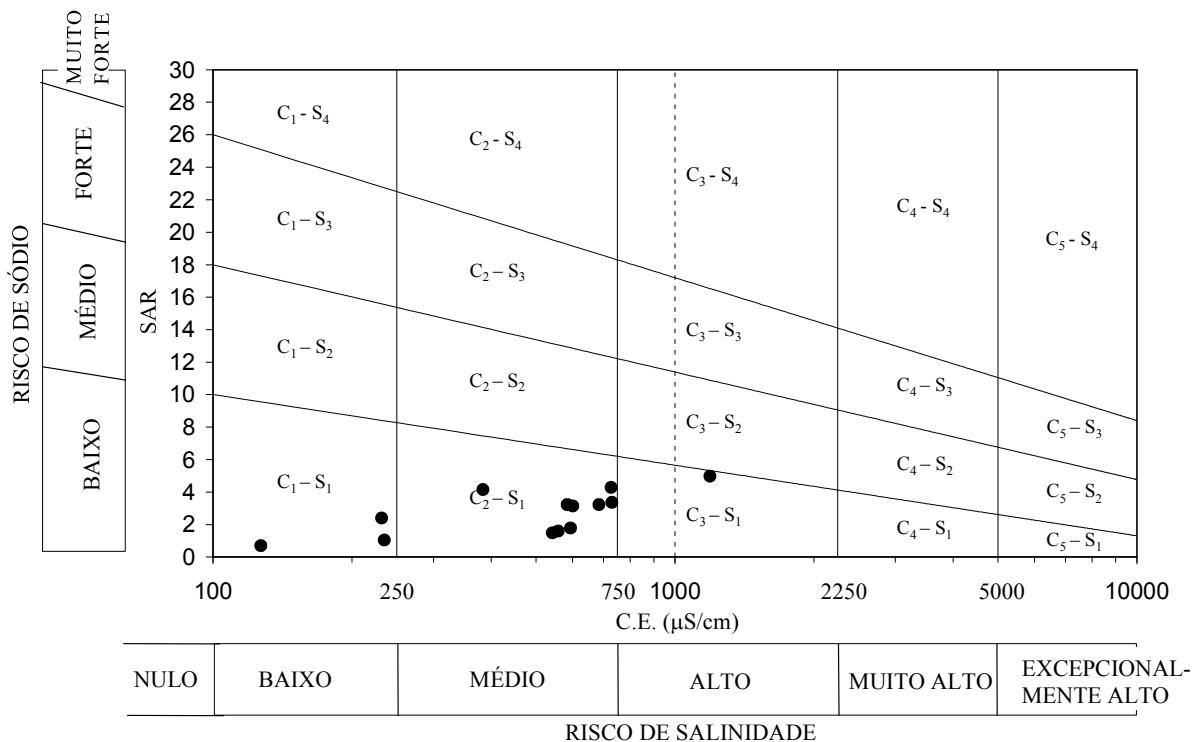


FIGURA 8.11 - Diagrama SAR das amostras de poços nas áreas estratégicas.

9. ÁREAS CRÍTICAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O principal sistema de abastecimento de água da RMF, responsável pelo suprimento de 65% da população, é composto pelos açudes Pacoti, Riachão, Gavião e Pacajus, que são interligados por canais, túneis e estações de bombeamento. A capacidade de acumulação conjunta desses açudes é de 696.480.999 m³. Aporte suplementar é fornecido pelos açudes Cauhipe (11.000.000 m³) e Sítios Novos com 123.199.997 m³, localizados à oeste da RMF, e pelo canal de derivação das águas do rio Jaguaribe, que contribui com uma vazão de 3,0 m³/s para a garantia do abastecimento da RMF.

Na RMF, além da oferta insuficiente de água dos açudes públicos diante da crescente demanda, o abastecimento é agravado durante os períodos de longa estiagem. Segundo o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (COGERH/VBA, 1999), que extrapola a área da RMF, o atual sistema de suprimento da demanda da RMF, que é de 10,597 m³/s, é capaz de regularizar 6,546 m/s com garantia de 99,9%, representando um déficit de 4,051 m³/s (38,23%). O restante da demanda é suprida através de poços e cacimbas. Segundo o banco de dados do cadastro de poços, existem na RMF 12.704 poços, distribuídos em três categorias (sedimentar, misto e fissural).

Cavalcante (1998) estima uma reserva hídrica subterrânea para a RMF de 695 milhões de m, com reservas renováveis de 41,5 milhões de m³/ano e 15,3 milhões de m³/ano para os aquíferos dunas/paleodunas e Barreiras, respectivamente. Adotando-se uma taxa de abastecimento por habitante de 200 l/dia, somente a reserva renovável daria para atender uma população de 778.032 habitantes, ou seja, 85% da população não atendida pelo sistema público de abastecimento.

Frente a estes fatos, a utilização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas da RMF - consideradas a priori como unidades de planejamento para o abastecimento da região - requer uma avaliação integrada com o conhecimento da potencialidade e disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos. Nesse contexto, insere-se a demanda por uma gestão racional desses recursos.

O objetivo deste item é apresentar um levantamento das áreas críticas de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza com base nos dados referentes ao sistema superficial de abastecimento de água. A partir disso, fazer uma avaliação da potencialidade subterrânea para suprir a demanda da RMF, complementando o sistema superficial de abastecimento. Para tanto, serão analisados os dados relativos à caracterização do uso e ocupação do meio físico e antrópico, bem como, os dados da avaliação quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas da RMF.

9.1 Sistema Atual de Abastecimento de Água

O sistema principal de mananciais responsável pelo abastecimento da RMF é constituído por um conjunto de reservatórios, em grande parte conectados por obras de canais e túneis (Figura 9.1).

A leste, esse sistema é formado por um conjunto de quatro reservatórios – Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião – que se distribuem em três bacias independentes, sendo interligados por meio de canais e túneis que permitem as transposições necessárias.

O mais oriental dos reservatórios de atendimento da RMF é o Açude Pacajus, Localizado próximo à cidade de mesmo nome, que barra o Rio Choró, abrangendo uma bacia hidrográfica de 4506 km², a qual contém boa porção da vertente de barlavento do maciço de Baturité, com capacidade de acumulação de 240 hm³.

Na vizinha bacia do Rio Pacoti encontram-se os açudes Pacoti e Riachão que são operados de maneira conjunta, possuindo inclusive o sangradouro comum, barrando uma área de 1080 km², com capacidade de acumulação de 420,6 hm³, constituindo a maior reserva do sistema.

Por fim, na bacia do Rio Cocó, encontra-se o Açude Gavião que tem capacidade de acumulação de 29,5 hm³, barrando uma área de 95 km² que abrange a vertente oriental da Serra do Pacatuba.

Além destes, não pode deixar de ser citado o Açude Acarape do Meio (capacidade de acumulação de 33,3 hm³), originalmente construído em 1912, no Maciço de Baturité, para abastecer Fortaleza, respondendo hoje, no entanto, pelo suprimento das sedes municipais de

Redenção, Acarape, Barreira e Guaiuba, além de alguns distritos que se alinham ao longo da adutora oriunda daquele reservatório.

A ligação entre os açudes Pacajus e Pacoti é realizada com o bombeamento do primeiro para o Açude Ereré, utilizado como reservatório de passagem, de onde parte um canal com cerca de 4,0 km de extensão em cuja extremidade encontra-se outra estação de recalque, cuja função é destinar as águas a um segundo canal, este com 5,5 km, que finalmente desemboca no Açude Pacoti.

Os açudes Pacoti e Riachão são ligados por um canal de 1,8 km que funciona gravitariamente. Recentemente, no entanto, fez-se necessária, em face do baixo nível do Pacoti, a construção de um sistema auxiliar com vazão de 10 m³/s, composto por um canal de 660 m de extensão e a instalação de um conjunto de 20 bombas de recalque com potência unitária de 100 cv, montadas numa instalação flutuante, para garantia de continuidade da comunicação entre os dois reservatórios.

A partir do Açude Riachão, as águas são derivadas gravitariamente para o Açude Gavião, ponto final do sistema atual de reservação à leste da RMF, através de um trecho de túnel, com extensão de 1,75 km, seguido de um canal de 4,7 km.

Esse sistema de reservação recebe o reforço da importação da bacia do Rio Jaguaribe através do Canal do Trabalhador, que capta água numa pequena barragem vertedoura no leito do Rio Jaguaribe, à altura de Itaiçaba no Baixo Jaguaribe; desenvolvendo-se através de 102,5 km, tendo três sifões – travessias dos riachos Macacos, Umburanas e Rio Pirangi – desembocando no Açude Pacajus.

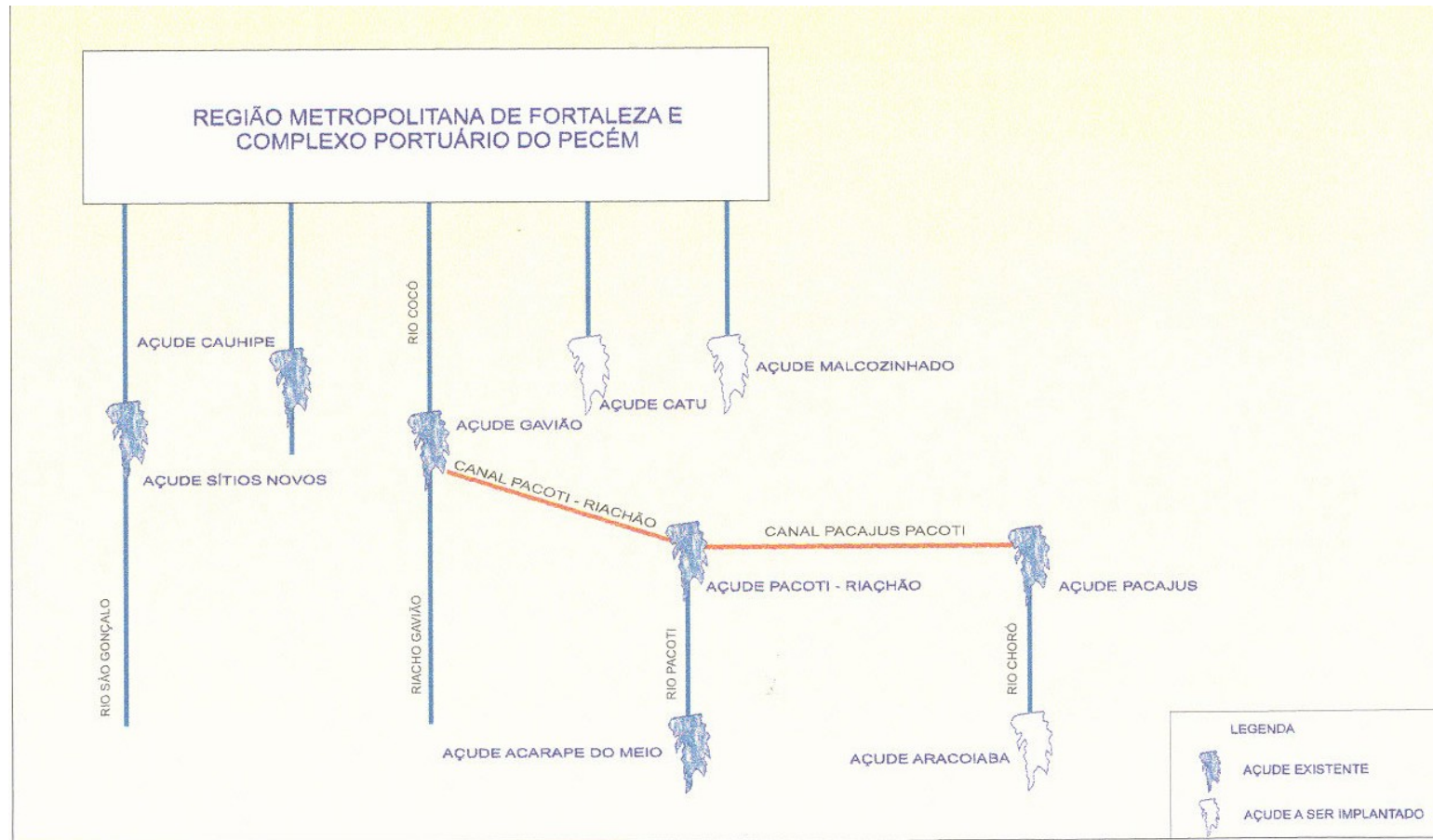


FIGURA 9.1 - Representação do Sistema integrado de Atendimento às Demandas da RMF e do Complexo Portuário do Pecém.

Embora com vazão originalmente prevista para 6,0 m³/s, o Canal do Trabalhador, devido à sua própria concepção e execução emergencial, tem enfrentado sérios problemas de operação e manutenção com trechos bastante deteriorados; até pouco tempo, sua capacidade de escoamento estava limitada à cerca de 2,5 m³/s, que, face às atuais intervenções, deve atingir 4,5 m³/s.

Esse sistema de reservação hídrica serve, ao atendimento das demandas de Fortaleza Maracanaú, Eusébio, Itaitinga e à sede de Caucaia, além de Pacatuba e Maranguape, recentemente incorporados ao sistema. As sedes de Horizonte e Chorozinho, por sua vez, têm seu abastecimento garantido a partir de captação no Açude Pacoti-Riachão.

A implantação do Complexo Portuário do Pecém e o desenvolvimento das praias de Caucaia beneficiadas pelo PRODETUR priorizaram a implantação de um sistema de reservação também a oeste da RMF. Atualmente, esse sistema conta com os reservatórios Cauhipe e Sítios Novos.

O Açude Sítios Novos barra o Rio São Gonçalo, com capacidade máxima de acumulação de 123,2 hm³, abrangendo urna área de 443 km², tendo sua ligação com o Complexo Portuário do Pecém feita por um canal com 23,5 km de extensão e capacidade de vazão de 2,0 m³/s, em fase de conclusão.

Embora o reservatório do Cauhipe esteja concluído, possibilitando a acumulação de 12,2 hm³ provenientes de urna bacia hidrográfica com 94 km², seu aproveitamento só pode ser feito com captação direta no leito perenizado, sendo mais racional sua integração com o Canal Sítios Novos - Pecém através de um canal ou adutora.

O Quadro 15 a seguir, apresenta o conjunto de reservatórios que abastece que compõem a RMF, com dados da capacidade dos açudes, volume atual e vazão liberada.

QUADRO 15

CONJUNTO DE RESERVATÓRIOS QUE ABASTECE A RMF

Açude	Município	Capacidade (m ³)	Volume em Fevereiro de 2002 (m ³)	% do Volume em Fevereiro de 2002	Vazão Liberada em Fev/02 (l/s)
Acarape do Meio	Redenção	31.500.000	27.990.000	88,9	800
Amanari	Maranguape	11.010.000	3.213.600	29,2	10
Cauhipe	Caucaia	12.192.000	8.021.297	65,8	0
Gavião	Pacatuba	29.520.000	28.604.800	92,6	6.200
Pacajus	Pacajus	240.000.000	166.672.867	69,4	200
Pacoti	Horizonte	380.000.000	160.167.084	42,1	0
Penedo	Maranguape	2.414.000	1.059.539	43,9	0
Riachão	Itaitinga	46.950.000	21.990.097	46,8	0
Sítios Novos	Caucaia	123.230.000	45.539.509	37,0	0
Total	09 açudes	876.816.000	436.258.793	52,8	7.210

Fonte: COGERH, Fev/2002

No sentido de complementar esse sistema de reservação, em conformidade com a política de recursos hídricos estadual, nos estudos do PGAM admitiu-se como integrantes da infra-estrutura atual de açudagem também os reservatórios Aracoíaba, Catu-cinzenta e Malcozinhado.

Dentre os três, o de maior importância é o Aracoiaba, a ter seu barramento localizado no rio de mesmo nome, à altura do distrito de Vazantes. Sua capacidade máxima de reservação será de 175 hm², abrangendo uma bacia hidrográfica de 584 km², destinando-se ao abastecimento dos municípios de Baturité e Aracoiaba, além de reforçar a disponibilidade do sistema da RMF.

Os açudes Catu-cinzenta e Malcozinhado, com capacidade de acumular 33,2 hm³ e 34,6 hm³, respectivamente, localizam-se próximo ao litoral leste de Fortaleza, servindo ao atendimento dos municípios de Aquiraz, Pindoretama e Cascavel.

Dados do IBGE de 2000 identificaram 568.046 domicílios ligados à rede de distribuição d'água, abastecendo aproximadamente 2.272.000 pessoas, correspondendo a 76% da população residente.

Cerca de 100.261 domicílios utiliza-se de água subterrânea (poços), abastecendo aproximadamente 400.000 pessoas (13% da população residente) e o restante usa outros meios (fontes açudes, lagoas).

O Quadro 16 a seguir, mostra a distribuição da população abastecida por água pelos deferentes tipos, bem como a relação percentual do abastecimento. 13 municípios que compõem a RMF.

QUADRO 16

DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO ABASTECIDA NA RMF

Município	População	Domicílios abastecidos	População Abastecida	População abastecida pela rede	População abastecida por poços	Outro tipo de abastecimento	% da população abastecida por rede	% da população abastecida por poços
Fortaleza	2.141.402	526.079	2.104.316	1.835.276	195.936	73.104	87,2	9,3
Caucaia	250.479	59.380	237.520	153.692	46.372	37.456	64,7	19,5
Maracanaú	179.732	42.263	169.052	142.152	14.140	12.760	84,1	8,4
Maranguape	88.135	19.868	79.472	43.216	14.980	21.276	54,4	18,8
Aquiraz	60.469	14.014	56.056	5.620	36.636	13.800	10,0	65,4
Pacatuba	51.696	12.047	48.188	39.816	2.484	5.888	82,6	5,2
Pacajus	44.070	10.373	41.492	10.148	15.224	16.120	24,5	36,7
Eusébio	31.500	7.258	29.032	2.276	20.744	6.012	7,8	71,5
Horizonte	33.790	8.049	32.196	1.312	26.948	3.936	4,1	83,7
Itaitinga	29.217	6.741	26.964	14.092	8.800	4.072	52,3	32,6
São Gonçalo do Amarante	35.608	8.319	33.276	11.144	14.740	7.392	33,5	44,3
Guaiúba	19.884	4.470	17.880	9.980	1.732	6.168	55,8	9,7
Chorozinho	18.707	4.475	17.900	3.460	2.308	12.132	19,3	12,9
Total	2.984.689	723.336	2.893.344	2.272.184	401.044	220.116	78,5	13,9

O consumo per capita indica a quantidade aproximada de água utilizada por uma pessoa em um dia. Historicamente, a adoção de valores para o consumo per capita seguiu um modelo, sem haver uma aferição correlacionada com os hábitos e cultura de sua utilização.

Hoje esses estudos são feitos a partir dos dados operacionais das concessionárias e de perfis sócio-econômico, ponderando o consumo em três classes diferente classes sociais.

Os valores aproximados do consumo de água per capita por habitante x dia, nos municípios que compõem a RMF, é mostrado no Quadro 17.

QUADRO 17

CONSUMO DE ÁGUA PER CAPITA NA RMF

Município	População	População Abastecida	Volume Aduzido em 1999 (m ³ /dia)	Consumo atual por habitante (L/hab. x dia)
Fortaleza	2.141.402	2.104.316	447.728	212,7
Caucaia	250.479	237.520	10.901	46,0
Maracanaú	179.732	169.052	2.037	12,0
Maranguape	88.135	79.472	6.276	79,0
Aquiraz	60.469	56.056	894	15,9
Pacatuba	51.696	48.188	1.986	41,2
Pacajus	44.070	41.492	2.346	56,5
Eusébio	31.500	29.032		0,0
Horizonte	33.790	32.196	724	22,5
Itaitinga	29.217	26.964	1.487	55,1
São Gonçalo do Amarante	35.608	33.276	1.457	43,8
Guaiúba	19.884	17.880	1.572	87,9
Chorozinho	18.707	17.900	202	11,3
Total	2.984.689	2.893.344	477.610	165,0

O Quadro 18 apresenta uma avaliação da situação atual do sistema de abastecimento d'água das sedes municipais da RMF.

QUADRO 18

AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DAS SEDES MUNICIPAIS DA RMF

Nome	Sistema Atual		Sistema Programado	Observação
	Sistema	Avaliação		
Aquiraz	Lagoa do Catu	Não Satisfatório	Adutora do Futuro Açude Catu-Cinzenta	Açude em Construção
Caucaia	Sistema Metropolitano	Não Satisfatório	Construção do Eixo Sde Integração Castanhão-Fortaleza	Em Construção
Chorozinho	Adutora Açude Pacoti	Não Satisfatório	Adutora do Açude Pacajus	Construção de uma nova ETA no Açude Pacajus
Eusébio				
Fortaleza	Sistema Metropolitano	Não Satisfatório	Construção do Eixo de Integração Castanhão – Fortaleza	Em Construção
Guaiúba	Adutora do Açude Acarape do Meio (Adutora do Acarape), Interligada ao Sistema Metropolitano	Satisfatório		
Horizonte	Adutora do Açude Pacoti	Não Satisfatório	Construção de Uma Nova Adutora	
Itaitinga	Adutora do Canal de Ligação do Açude Riachão Para o Açude Gavião	Satisfatório		
Maracanaú	Sistema Metropolitano	Não Satisfatório	Construção do Eixo de Integração Castanhão – Fortaleza	Previsto no Progerirh
Maranguape	Adutora do Açude Acarape do Meio (Adutora do Acarape), Interligada ao Sistema Metropolitano	Satisfatório		
Pacajus	Adutora do Açude Pacoti	Não Satisfatório	Adutora do Açude Pacajus	Construção de uma nova ETA no Açude Pacajus
Pacatuba	Adutora do Açude Acarape do Meio (Adutora do Acarape), Interligada ao Sistema Metropolitano	Satisfatório		
São Gonçalo Do Amarante	Água Subterrânea	Não Satisfatório	Adutora do Açude Sítios Novos	Em Construção

9.2 Estudo de Demandas

Um estudo de demandas hídricas que necessite da projeção para diferentes horizontes se constitui em uma tarefa complexa tendo em vista o grande número de variáveis a serem consideradas, principalmente quanto as estimativas do crescimento populacional.

As dificuldades de elaboração de estudos populacionais podem ser verificadas, a título de exemplificação, em dois estudos, quais sejam, o PLIRHINE – Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (1980) e o PERH-CE – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará (1991). Passados quase vinte anos da elaboração do PLIRHINE, observa-se que as projeções populacionais apresentavam valores bem diferentes dos dados censitários posteriormente levantados.

No caso das previsões elaboradas no contexto do PERH-CE (1991), a Quadro 19 apresenta, para os municípios pertencentes, parcial ou integralmente, às Bacias Metropolitanas do Estado do Ceará, a comparação entre os valores obtidos nas projeções de 1990 do PERH-CE e os valores levantados pelo LBGE no ano censitário de 1991. Analisando-se estes dados, observa-se que a população urbana foi em alguns casos superestimada e em outros subestimada, dependendo de condicionantes sócio-econômicos, particulares de cada município, inexistentes na época de elaboração do PERH-CE.

QUADRO 19

COMPARAÇÃO ENTRE A POPULAÇÃO DAS BACIAS DA RMF, ESTIMADAS NO PERH-CE E OS DADOS CENSITÁRIOS DO IBGE DE 1991

Município	População Urbana (hab)		
	Estimativa PERH (1990)	Censo de 1991	Varição Percentual
Acarape	5.143	5.383	-4,46%
Aquiraz	41.471	40.772	1,71%
Caucaia	114.752	147.601	-22,26%
Chorozinho	10.437	4.299	142,78%
Eusébio	17.437	20.410	-13,98%
Fortaleza	1.824.971	1.768.637	3,19%
Guaiúba	18.495	10.048	84,07%
Horizonte	10.518	10.786	-2,48%
Itaitinga	-	19.772	-
Maracanaú	96.739	156.410	-38,15%
Maranguape	67.491	51.954	29,91%
Pacajus	22.994	22.650	1,52%
Pacatuba	41.910	53.626	-21,85%
São Gonçalo	12.611	17.999	-29,93%

Diante de tais dificuldades, a VBA CONSULTORES, após grande esforço de pesquisa, análise de dados e discussões com as Secretarias Estaduais diretamente envolvidas, consolidou uma metodologia que alia às técnicas tradicionais de análise do crescimento populacional, avaliações extraordinárias de cenários tendências.

9.2.1 Demandas Humanas Urbanas

Assim, no estudo do crescimento populacional, distribuiu-se os municípios em quatro categorias, quais sejam:

- O município de Fortaleza que, por ser a área de maior concentração de atividades econômicas da região metropolitana, apresenta comportamento diferenciado dos demais, sofrendo, principalmente em períodos de longa estiagem, sérios efeitos do êxodo rural;
- Os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, diretamente beneficiados por projetos de infra-estrutura de grande porte atualmente em implantação (PRODETUR/NE, no caso de Caucaia e a construção do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, no caso de São Gonçalo do Amarante), que certamente serão grandes incentivadores do crescimento econômico e, conseqüentemente, populacional;
- Os municípios de Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba, que possuem Distritos Industriais, também incentivadores do crescimento econômico e populacional; e

-
- Os demais municípios, sem programação atual ou planejada de investimentos econômicos importantes.

9.2.1.1 *Análise da Evolução Populacional*

Neste item analisa-se a evolução da população, tanto a nível de micro-região homogênea como a nível municipal. Busca-se, assim, uma melhor compreensão do comportamento do crescimento histórico da população na zona de influência, que facilitará o desenvolvimento das projeções populacionais.

Os dados básicos utilizados para a elaboração do presente estudo de demanda para abastecimento humano foram divulgados pelo IBGE através dos censos demográficos de 1970 a 2000. O Quadro 20 mostra os dados para os 13 municípios pertencentes à Região Metropolitana de Fortaleza.

É importante salientar que, para evitar interpretações equivocadas das tendências populacionais nos municípios, subtraiu-se das populações censitárias de um determinado ano as populações dos distritos emancipados após este ano.

QUADRO 20

POPULAÇÕES URBANAS, RURAIS E TOTAIS DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA DADOS CENSITÁRIOS DE 1970, 1980, 1991, 1996 E 2000 (IBGE)

Município	Dados Censitários														
	1970			1980			1991			1996			2000		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Aquiraz	3.193	22.384	25.577	25.657	7.359	33.016	40.772	5.533	46.305	46.164	6.118	52.282	54.682	5.787	60.469
Caucaia	11.184	43.570	54.754	73.331	20.777	94.108	147.601	17.498	165.099	188.739	20.411	209.150	226.088	24.391	250.479
Chorozinho ¹	1.695	6.673	8.368	3.921	8.465	12.386	4.299	11.193	15.492	9.033	6.998	16.031	9.469	9.238	18.707
Eusébio ²	386	6.544	6.930	12.095	0	12.095	20.410	0	20.410	27.206	0	27.206	31.500	0	31.500
Fortaleza	827.628	30.352	857.980	1.307.611	0	1.307.611	1.766.637	0	1.766.637	1.965.513	0	1.965.513	2.141.402	0	2.141.402
Guaiúba ³	4.790	7.002	11.792	6.376	7.171	13.547	10.048	7.514	17.562	11.420	5.640	17.060	15.611	4.273	19.884
Horizonte	1.334	6.298	7.632	6.436	3.766	10.202	10.786	7.497	18.283	15.051	10.331	25.382	28.122	5.668	33.790
Itaitinga	72	8.506	8.578	10.167	1.937	12.104	19.772	3.003	22.775	22.747	3.139	25.886	26.546	2.671	29.217
Maracanaú ⁴	5.885	9.800	15.685	30.903	6.991	37.894	156.410	741	157.151	159.493	572	160.065	179.170	526	179.696
Maranguape	4.230	7.316	11.546	9.729	6.730	16.459	33.854	3.519	37.373	40.144	3.450	43.594	65.268	22.867	88.135
Pacajus	5.701	11.634	17.335	13.580	10.808	24.388	22.650	9.150	31.800	28.172	8.904	37.076	34.301	9.769	44.070
Pacatuba	4.230	7.316	11.546	9.729	6.730	16.459	33.854	3.519	37.373	40.144	3.450	43.594	47.028	4.668	51.696
São Gonçalo do Amarante	4.971	16.032	21.003	7.110	17.570	24.680	17.999	11.287	29.286	20.094	12.593	32.687	22.077	13.531	35.608
Total	875.299	183.427	1.058.726	1.516.645	98.304	1.614.949	2.285.092	80.454	2.365.546	2.573.920	81.606	2.655.526	2.881.264	103.389	2.984.653
Total no estado	1.780.093	2.581.510	4.361.603	2.810.351	2.477.902	5.288.253	4.162.007	2.204.640	6.366.647	4.713.311	2.096.483	6.809.794	5.303.741	2.113.661	7.417.402
% em relação ao estado	49,2	7,1	24,3	54,0	4,0	30,5	54,9	3,6	37,2	54,6	3,9	39,0	54,3	4,9	40,2

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2000

Dois foram os fatores principais considerados na análise da evolução da população: i) as taxas de evolução das populações totais, urbanas e rurais, por município e ii) as taxas de urbanização por município.

Através da análise da referida tabela foram identificadas, conforme sucintamente comentado a seguir, as tendências de crescimento da população, que auxiliaram na escolha das metodologias de projeção das populações municipais e na seleção da melhor entre elas.

Nos municípios pertencentes às microrregiões homogêneas de Fortaleza, devido a proximidade com a capital do Estado e, conseqüentemente maior concentração das atividades econômicas nos setores secundário e terciário, além de constar como principal centro aglutinante do fluxo populacional, o crescimento no último período inter-censitário apresentou taxas próximas de 2% ao ano, sendo que quase a totalidade da população (97%) reside atualmente em zona urbana.

Destaca-se uma involução nessa taxa de crescimento (5,59% a.a. 1970/80; 3,76% a.a. - 1980/91; 2,41% a.a. - 1991/96). Entretanto, comparada com as taxas dos demais estados do Nordeste (levantadas no Projeto de Transposição das Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional, elaborado por esta Consultora), evidencia-se um índice superior aqueles dos demais estados para o último período intercensitário. Isto se deve, fundamentalmente, à política de desenvolvimento econômico implantada pelo Governo, atraindo um grande número de novos empreendimentos industriais para a Região Metropolitana de Fortaleza, como também nas microrregiões do Cariri, Iguatu, Baixo Jaguaribe e Quixeramobim.

Outros fatores contribuíram para o crescimento de algumas localidades, com taxas acima da tendência atual, como o desmembramento ou criação de novas sedes municipais, caso de Acarape, Barreira Choró, Chorãozinho, Fortim, Horizonte, Ibareta, Ocara e Pinheirota. Merece enfoque especial o município de Beberibe com taxas menores do que zero, no último intervalo inter-censitário. Acredita-se que este fato possa ser justificado pois, embora a sede municipal tenha crescido a uma taxa de 4,15% a.a., em dois de seus distritos, quais sejam, Serra do Felix e Paripueira, houve um grande êxodo populacional em direção aos municípios vizinhos de Fortim e Palhano, que, conseqüentemente, apresentaram taxas de crescimento acima de 3,00% a.a..

9.2.1.2 *Projeções Populacionais dos Municípios*

9.2.1.2.1 *Município de Fortaleza*

O município de Fortaleza tem a maioria de seus habitantes vivendo em áreas urbanas. Haja vista que é um centro de concentração de fluxo populacional e que possui uma taxa de crescimento populacional relativamente alta, sendo desconsiderada a preponderância dos métodos de projeção que buscam a estabilização da população em um determinado nível, quais sejam, os ajustes logísticos e da taxa de incremento decrescente, quando de sua projeção no RT1.

Embora a metodologia para elaboração da projeção da população de Fortaleza tenha sido criteriosamente concebida, apresentando resultados compatíveis com a análise da evolução populacional da região, os valores obtidos conflitavam com aqueles do Plano Diretor da

CAGECE, realizado anteriormente e tido como documento de política de demandas hídricas pelo Governo do Estado, assim a Consultora, em acordo com a COGERH, decidiu pela adoção dos valores daquele estudo para projeção da população de Fortaleza.

Juntamente com a projeção populacional da cidade de Fortaleza, o Plano Diretor da CAGECE desenvolveu projeções para todas as cidades que à época abasteciam-se a partir do sistema Pacoti-Riachão-Gavião, quais sejam Caucaia (sem considerar praias de Icarai, Iparana, Pacheco, Cumbuco e Tabuba), Eusébio e Maracanaú. Estes valores também foram integralmente adotados nesse estudo.

9.2.1.2.2 Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante

Os municípios de Caucaia (Praias Oeste) e São Gonçalo do Amarante, no Estado do Ceará, estão sendo beneficiados por projetos de infra-estrutura de grande porte: PRODETUR/NE, no caso de Caucaia e o Complexo Industrial e Portuário do Pecém, no caso de São Gonçalo do Amarante. Tendo em vista que tais projetos certamente serão incentivadores de crescimento econômico e, conseqüentemente, populacional, utilizou-se um método misto de projeção populacional que pode ser assim descrito.

Para as áreas urbanas dos dois municípios diretamente beneficiadas (Iparana, Pacheco, Icarai, Tabuba, e Cumbuco em Caucaia e Pecém e Taíba em São Gonçalo do Amarante), fez-se a projeção através da avaliação de cenários quinquenais de população, supondo-se a saturação da região, com densidade demográfica de 80 hab/ha, em 20 anos. Para as demais áreas urbanas, fez-se a projeção pelos métodos tradicionais.

Destaca-se que o restante da população do município de Caucaia foi projetada integralmente com a população de Fortaleza, apresentada anteriormente.

9.2.1.2.3 Municípios de Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba

A expansão do parque industrial do Ceará é uma das principais ações do Governo do Estado. Tal expansão gera crescimento da economia da região e, conseqüentemente, aumento da população, em especial daquela localizada em centros urbanos próximos aos Distritos Industriais. Os municípios da RMF que possuem D.I. são Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba. Este item apresenta a projeção populacional urbana destes municípios. O município de Maracanaú que abriga o maior parque industrial do estado teve a sua população projetada conjuntamente com o município de Fortaleza.

As populações urbanas para diferentes horizontes foram obtidas por um método que alia às técnicas tradicionais, cenários de crescimento populacional em função do número de novos empregos gerados nos D.I's. Para estimar a população a partir do número de empregos, considerou-se duas premissas básicas julgadas representativas da região em estudo:

- apenas 30% dos novos empregos são absorvidos pela população local (projetada pelos métodos tradicionais) enquanto os outros 70% são absorvidos por populações de outras regiões atraídas pelas ofertas de emprego; e

-
- para cada novo emprego considera-se uma família composta por cinco pessoas.

A população urbana projetada em um determinado ano é, portanto, igual a:

$$P_t = P_t^{Tradicional} + 0,70 \times 5 \times NE_t$$

Onde P_t é a população no ano t , $P_t^{Tradicional}$ é a população obtida pelo método tradicional de melhor ajuste no ano t , e NE é o número de novos empregos no ano t .

Essa metodologia advém do fato inconteste que essas cidades onde se pretende implantar distritos industriais não dispõem de mão-de-obra qualificada em quantidade suficiente para suprir a instalação de indústrias modernas, conduzindo a inevitável importação de mão de obra.

9.2.1.2.4 Demais Municípios

Os demais municípios pertencentes à Região Metropolitana de Fortaleza não possuem programação atual nem planejada de investimentos econômicos de grande porte. Tal fato leva a crer que o crescimento destes municípios deve seguir as metodologias tradicionais de projeção, em especial aquelas que buscam a estabilização da população em um determinado nível como os métodos logístico e da taxa de incremento decrescente.

Por conseguinte, a projeção da população foi elaborada a partir da seguinte metodologia. Para a população urbana, os ajustes dos métodos logístico e da taxa de incremento decrescente foram comparados, escolhendo-se como resultado o mais representativo do crescimento de cada município. Quando não foi possível obter bons ajustes para estes métodos avaliou-se todos os demais métodos (geométrico, ajuste linear, ajuste polinomial, ajuste exponencial e ajuste logarítmico), escolhendo-se o melhor entre eles.

O resumo das projeções das populações dos municípios das Bacias Metropolitanas é realizada no Quadro 21.

QUADRO 21

RESUMO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL DOS MUNICÍPIOS DA RMF

Município	População (Habitantes)														
	2000			Tx. De cresc. Médio (2000 a 2010)			2010			Tx. De cresc. Médio (2010 a 2020)			2020		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Fortaleza, Eusébio, Maracanaú e Caucaia	2.620.015	2.620.015	0	2,72%	2,72%	-	3.424.979	3.424.979	0	1,99%	1,99%	-	4.172.169	4.172.169	0
Aquiraz	60.082	50.478	9.605	1,29%	1,23%	1,58%	68.291	57.054	11.238	6,64%	0,55%	1,11%	72.823	60.272	12.552
Chorozinho	14.725	8.383	6.342	0,59%	2,43%	-2,43%	15.619	10.660	4.959	0,73%	1,94%	-2,43%	16.793	12.915	3.878
Guaiuba	18.363	12.518	5.846	1,19%	1,33%	0,90%	20.674	14.281	6.394	0,71%	0,62%	0,90%	22.189	15.196	6.993
Maranguape	85.504	67.272	18.232	1,81%	2,02%	1,03%	102.338	82.133	20.205	1,22%	1,28%	0,94%	115.503	93.318	22.189
Pacajus	40.755	32.017	8.338	2,09%	2,7%	-0,47%	50.122	41.786	8.336	1,1%	1,39%	-0,47%	55.914	47.962	7.952
Pacatuba	59.203	55.808	3.395	2,57%	2,73%	-0,4%	76.320	78.058	3.262	2,03%	2,12%	-0,4%	93.272	90.139	3.134
Itaitinga	28.440	25.192	3.248	1,00%	1,09%	0,25%	31.416	28.086	3.330	0,36%	0,39%	0,05%	32.553	29.205	3.348
Horizonte	29.983	17.385	12.598	4,27%	3,99%	4,64%	45.529	25.707	19.822	2,43%	1,75%	3,27%	57.909	30.571	27.338
S. G. Amarante	31.805	23.413	8.392	6,98%	8,4%	1,77%	82.447	52.449	9.998	3,25%	3,59%	1,3%	86.012	74.636	11.376

Observações:

Em verde, valores fornecidos pela CAGECE para as demandas atendidas pelo sistema Gavião

Em vermelho, Caucaia praias (PRODETUR) e área de influência do Porto do Pecém

Em azul, sedes de D.I.'s

9.2.1.3 Consumo Per Capita

Com relação aos padrões de demanda, sabe-se que existe uma grande variação entre os maiores e os menores centros urbanos, fato comprovado pela correlação positiva entre as taxas per capita e o tamanho das cidades. Estudos anteriores relativos aos coeficientes de demanda aplicáveis às áreas urbanas, especialmente para o abastecimento humano das cidades, notadamente os realizados pelo Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil - PLIRHIINE, utilizaram o critério de estratificação baseada nos tamanhos da cidade, cujos valores sugeridos evoluem progressivamente até o ano 2000. Contudo, neste mesmo estudo, as projeções realizadas consideravam, entre outros aspectos, o maior índice de pequenas indústrias dispersas no meio urbano. Entretanto, no presente trabalho, esses coeficientes não foram aplicados, em virtude da demanda industrial ser estudada separadamente.

O desenvolvimento dos projetos supervisionados por aqueles Programas partiram de estudos de consumo, baseados nos seguintes métodos:

- um primeiro, mais direto, subsidiado nos dados do consumo micromedido, ou consumo observado. Para isso foi adotada a distribuição do perfil sócio-econômico segundo a aplicação de atributos físicos, normatizada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, que forneceu todos os dados relativos à divisão de bairros, número de economias por bairro, distribuição destas economias segundo os padrões baixo, médio e alto, e os seus respectivos consumos médios mensais, num período de doze meses. Os resultados deste estudo em relação ao per capita líquido, ou seja sem se considerar as perdas, apresentaram os seguintes valores: **Fortaleza** - foram estudados treze setores de distribuição, cuja média ponderada dos consumos fez um valor de 148,61 l/hab x dia - (1. Aldeota - pop. = 142.810 hab; consumo = 214 l/hab x dia; 2. Mucuripe - pop. 137.229 hab; consumo = 214 l/hab x dia; 3. Benfica - pop. = 60.897 hab; consumo = 226 l/hab x dia; 4. Cocorote - pop. 56.823 hab; consumo = 163 l/hab x dia; 5. Água Fria - pop. 113.886 hab; consumo = 147 l/hab x dia; 6. Expedicionários - pop. = 106.908 hab; consumo = 156 l/hab x dia; 7. Floresta - pop. = 435.020 hab; consumo 128 l/hab x dia; 8. Vila Brasil - pop. = 180.207 hab; consumo 136 l/hab x dia; 9. Pici - pop. = 200.825 hab; consumo = 140 l/hab x dia; 10. Conj. Ceará - pop. = 198.576 hab; consumo = 116 l/hab x dia; 11. Messejana - pop. 164.337 hab; consumo = 132 l/hab x dia; 12. Mondubim - pop. = 109.924 hab; consumo = 131 l/hab x dia; 13. Castelão - pop. = 51.485 hab; consumo = 142 l/hab x dia); **Maracanaú** (pop. = 147.191 hab.; consumo = 111,09 l/hab x dia); **Maranguape** (pop. = 37.085 hab.; consumo = 109,35 l/hab x dia); Este método, contudo, pode ser criticado no que se refere ao argumento de que a micromedida expressa o que é consumido, dadas as condições físicas do sistema existente, e não aquilo que realmente os usuários gostariam de consumir, ou seja, pode haver uma deficiência no sistema de forma que ele não ofereça água suficiente para atender a demanda, seja no aspecto quantitativo, seja no aspecto qualitativo.
- um segundo método para estabelecer o nível de consumo per capita consistiu em extrapolar, para a comunidade em estudo, o consumo observado para uma localidade semelhante. A aplicação deste critério ocorreu no desenvolvimento de alguns projetos em localidades onde não havia nenhuma forma de medição dos volumes produzidos e distribuídos.
- o terceiro método, adotado para diversas localidades contempladas pelo PRODETUR, em todo o nordeste brasileiro, baseou-se na estimativa do consumo per capita com auxílio de

funções de demanda. Reconhecendo as vantagens deste método, e também as restrições a que estão submetidos aqueles citados anteriormente, o Banco do Nordeste contratou os serviços de consultoria para desenvolver o ajuste de funções de demanda para o nordeste. O primeiro estudo foi realizado em 1994, no qual o consumo era estimado através da seguinte função de demanda:

$$Q = B_0 \times P^{B_1} \times Y^{B_2} \times N^{B_3}$$

Onde:

Q = demanda de água mensal por família (m³/família x mês);
P = preço da água (R\$/m³);
Y = renda familiar (R\$);
N = número de pessoas na família;
B = coeficientes de regressão.

A função estimada tinha os seguintes valores para os coeficientes e respectivos valores do teste t:

$$\begin{aligned} B_0 &= 1 \\ B_1 &= -0,3448 \rightarrow (t = -13,610) \\ B_2 &= 0,3238 \rightarrow (t = 19,003) \\ B_3 &= 0,5125 \rightarrow (t = 8,976) \end{aligned}$$

Mais recentemente, em 1997, foi desenvolvido um segundo estudo, de forma mais abrangente e detalhado, no qual são sugeridas duas funções de demanda para o nordeste brasileiro, conforme está apresentado a seguir.

a) Nordeste fora do semi-árido

$$\begin{aligned} \ln Q &= 0,49071 - 0,55021 \times \ln P + 0,23881 \times \ln Y + 0,0803 \times N^\circ \text{ de C\^o mod os} \\ &+ 0,01789 \times \text{Tempo de resid\^encia} + 0,2691 \times \text{Dumesg} \end{aligned}$$

b) Nordeste semi-árido

$$\begin{aligned} \ln Q &= 0,49071 - 0,55021 \times \ln P + 0,210571 \times \ln Y + 0,0803 \times N^\circ \text{ de C\^o mod os} \\ &+ 0,01789 \times \text{Tempo de resid\^encia} + 0,2691 \times \text{Dumesg} \end{aligned}$$

Onde:

Q = demanda de água mensal por família (m³/família x mês);
P = preço da água (R\$/m³);
Y = renda familiar mensal (R\$/família x mês);
N° de cômodos = número de cômodos existentes na residência;
Tempo de residência = tempo desde que a família passou a residir no domicílio (anos);
Dumesg = variável “dummy” que equivale a “1” se o domicílio estiver conectado a um sistema público de esgoto, e a “0” em caso contrário.

Com base nestas funções, várias consultoras desenvolveram estudos de abastecimento humano para diversas comunidades do nordeste brasileiro. Especificamente para as bacias Metropolitanas do Estado do Ceará, foram desenvolvidos estudos, pela VBA Consultores, para as comunidades de Pecém, São Gonçalo do Amarante e Lagoinha, conforme contrato com a CAGECE no âmbito do Programa de Desenvolvimento de Turismo do Nordeste – PRODETUR/NE. Os resultados destes estudos em relação ao per capita líquido, ou seja sem se considerar as perdas, apresentaram os seguintes valores: **Pecém** (pop. = 4.022 hab.; consumo = 103,21 l/hab x dia); **S. G. Amarante** (pop. = 5.289 hab.; consumo = 103,57 l/hab x dia); **Lagoinha** (pop. = 1.538 hab.; consumo = 95,38 l/hab x dia) e **Barrento** (pop. = 562 hab.; consumo = 93,86 l/hab x dia).

Considerando-se os resultados destes estudos, o que consolida a adoção de um grupo de consumos per capita mais específicos para a realidade das comunidades pertencentes à Região Metropolitana de Fortaleza, e atribuindo-se um consumo per capita líquido de 150 l/habitante x dia, para as cidades com mais de 100.000 habitantes, baseando-se no trabalho desenvolvido para a cidade de Fortaleza, apresenta-se, a seguir, os consumos per capita líquidos a serem utilizados neste estudo de demandas.

- Comunidades com menos de 5.000 habitantes = 95 l/hab. x dia;
- Comunidades com pop. entre 5.000 e 20.000 hab. = 103 l/hab. x dia;
- Comunidades com pop. entre 20.000 e 100.000 hab. = 112 l/hab. x dia;
- Comunidades com pop. acima de 100.000 hab. = 150 l/hab. x dia.

No entanto, baseado em análises de informações sobre perdas d'água, verifica-se que a performance das administradoras públicas não alcança índices de eficiência operacional compatíveis com o conceito da água como um bem econômico. Isto é retratado nos elevados índices de perdas para o Ceará (34,7%), ainda assim um dos menores do Nordeste Brasileiro, resultado de um programa de modernização, iniciado em janeiro de 1995, quando tal índice representava um montante de 43,8%. Diante do exposto, evidencia-se que é imprescindível a implantação de programas de redução destas perdas para que a produção e a distribuição de água passem a proporcionar um retorno econômico no financiamento da implantação de novos sistemas ou da ampliação daqueles existentes.

Assim, aplicando-se estes índices de perdas atuais sobre aqueles valores líquidos dos consumos per capita, apresentados anteriormente, tem-se a seguir, demonstrando os atuais valores brutos da demanda por habitante:

Dimensão da Comunidade (hab)	Consumo Per Capita Líquido (l/hab. x dia)	Consumo Per Capita Bruto (l/hab. x dia)
pop ≤ 5.000	95	145
5.000 < pop ≤ 20.000	103	158
20.000 < pop ≤ 100.000	112	172
pop ≥ 100.000	150	230

9.2.1.4 Estimativa das Demandas

A demanda humana foi calculada, para os cenários os diversos horizontes, baseando-se nos consumos per capita, bem como na população dos municípios, projetadas a partir dos dados censitários do IBGE de 2000.

Para o caso específico da RMF foram adotados, como no caso da projeção populacional, por decisão da COGERH, os valores de demanda constantes no Plano Diretor da CAGECE, uma vez que o citado Plano constitui-se do documento oficial da política de abastecimento do Governo do Estado. Dentro deste contexto se enquadram as demandas urbanas dos municípios de Fortaleza, Eusébio, Maracanaú e Caucaia, excluída a região das praias de Iparana ao Cumbuco.

As séries de demandas humanas urbanas para os municípios da RMF e o Complexo Portuário do Pecém são apresentadas no Quadro 22.

QUADRO 22

SERIES DE DEMANDAS HUMANAS DOS MUNICÍPIOS DA RMF E DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM

Ano	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praias	Caucaia (praias)	Complexo portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba
2000	5,953	0,093	0,093	0,015	0,032	0,043	0,116	0,064	0,111
2001	5,929	0,095	0,044	0,016	0,033	0,044	0,118	0,065	0,114
2002	5,916	0,096	0,047	0,016	0,034	0,044	0,121	0,067	0,117
2003	5,913	0,098	0,051	0,017	0,036	0,045	0,123	0,069	0,120
2004	5,918	0,104	0,056	0,017	0,040	0,045	0,126	0,071	0,124
2005	6,114	0,135	0,060	0,016	0,039	0,046	0,128	0,068	0,118
2006	6,302	0,207	0,066	0,017	0,041	0,046	0,131	0,070	0,121
2007	6 502	0,225	0,071	0,017	0,042	0,047	0,133	0,071	0,125
2008	6,706	0,242	0,077	0,017	0,044	0,047	0,136	0,073	0,128
2009	6,923	0,246	0,083	0,018	0,046	0,048	0,139	0,075	0,132
2010	7,151	0,305	0,090	0,017	0,044	0,048	0 142	0,07	0,126
2011	7,386	0,314	0,094	0,017	0,045	0,049	0,143	0,073	0,129
2012	7,629	0,323	0,097	0,018	0,046	0,049	0,145	0,074	0,131
2013	7,889	0,333	0,101	0,018	0,047	0,049	0,147	0,075	0,134
2014	8,159	0,342	0,104	0,018	0,048	0,049	0,149	0,076	0,137
2015	8,474	0,351	0,108	0,019	0,048	0,049	0,151	0,077	0,140
2016	8,644	0,360	0,112	0,019	0,049	0,050	0,153	0,078	0,143
2017	8,803	0,368	0,116	0,019	0,050	0,050	0,155	0,079	0,146
2018	8,951	0,377	0,120	0,020	0,051	0,050	0,157	0,080	0,149
2019	9,088	0,377	0,124	0,020	0,052	0,050	0,159	0,082	0,152
2020	9,214	0,377	0,129	0,020	0,053	0,050	0,161	0,083	0,155
2021	9,329	0,377	0,133	0,021	0,054	0,051	0,163	0,064	0,159
2022	9,435	0,377	0,138	0,021	0,055	0,051	0,165	0,085	0,162

Ano	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praias	Caucaia (praias)	Complexo portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba
2023	9,531	0,377	0,143	0,022	0,056	0,051	0,167	0,066	0,166
2024	9,618	0,377	0,148	0,022	0,057	0,051	0,169	0,087	0,169
2025	9,696	0,377	0,154	0,022	0,057	0,051	0,172	0,089	0,232
2026	9,765	0,377	0,159	0,023	0,058	0,052	0,233	0,090	0,237
2027	9,827	0,377	0,165	0,023	0,060	0,052	0,236	0,091	0,242
2028	9,882	0,377	0,171	0,023	0,061	0,052	0,239	0,092	0,247
2029	9,929	0,377	0,237	0,024	0,062	0,052	0,242	0,094	0,252
2030	9,969	0,377	0,246	0,024	0,063	0,052	0,245	0,095	0,257

9.2.2 Demandas Humanas Rurais

9.2.2.1 Análise da Evolução Populacional

Através do Quadro 20 foram identificadas as tendências da população rural na, tendências estas que auxiliaram na escolha das metodologias de projeção das populações rurais municipais e na seleção da melhor entre elas.

9.2.2.2 Projeções Populacionais Rurais dos Municípios

9.2.2.2.1 Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante

Para as áreas rurais, haja vista a tendência de estabilização, nos próximos anos. da taxa de crescimento em uma valor relativamente baixo, ou até mesmo taxas negativas. Avaliou-se o comportamento da população pelo método logístico, quando de ajuste possível, e pelo método geométrico. Para o método geométrico adotou-se: i) para Caucaia, taxa de 0,90% ao ano, que corresponde a da MRH Fortaleza no período 1991/96; ii) para São Gonçalo do Amarante, taxa anual variando desde 2,21% em 1996, que corresponde a taxa de crescimento da população rural do próprio município entre 1991 e 1996, até 1,09% em 2020, que corresponde a taxa atual dos municípios da MRH Baixo Curu pertencentes às Bacias Metropolitanas.

9.2.2.2.2 Municípios de Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba

A população rural foi projetada usando a metodologia descrita a seguir, fundamentada no já discutido processo de estabilização do crescimento deste tipo de população em taxas relativamente baixas, quiçá negativas. Tentou-se, inicialmente, ajustar o método logístico com base nos valores censitários. Quando o ajuste não foi possível, utilizou-se o método geométrico com taxa anual variando, entre os anos de 1996 e 2020, do valor do próprio município para o período de 1991/96 até o valor da MRH a que pertence o município. Ressalte-se, entretanto, dois casos particulares, que visam, através da utilização, em alguns casos, do valor da taxa para uma região mais ampla em lugar do específico do município ou da MRH, evitar valores subestimados de população rural:

- quando para o período 1991/96, a taxa do município é menor que a da MRH correspondente e esta é próxima a da região como um todo, adotou-se uma taxa anual constante igual a MRH para todo o período de projeção; e
- quando para o período 1991/96, a taxa da MRH é muito menor que a média da região como um todo, adotou-se uma taxa anual constante igual a da região para todo o período de projeção.

9.2.2.2.3 Demais Municípios

Para a população rural, que sofre bem menos influência dos investimentos econômicos realizados nos municípios, adotou-se a mesma metodologia já descrita e aplicada.

9.2.2.3 Consumo Per Capita

Para a população rural foi adotado um coeficiente de demanda rural fixo e igual a 100 l/hab./dia.

9.2.2.4 Estimativa das Demandas

O cálculo das demandas humanas rurais para os municípios das Bacias Metropolitanas foi efetivado pelo produto das populações projetadas pelo coeficiente de demanda rural fixo apresentado no item anterior. Esses resultados estão mostrados no Quadro 23.

QUADRO 23

PROJEÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA PARA CONSUMO HUMANO RURAL (L/S)

Município	Demanda Humana Rural (l/s)		
	2000	2010	2020
Aquiraz	11,1	13,0	14,5
Caucaia	24,5	26,8	29,3
Chorozinho	7,3	5,7	4,5
Eusébio	0,0	0,0	0,0
Fortaleza	0,0	0,0	0,0
Guaiuba	6,8	7,4	8,1
Horizonte	14,6	22,9	31,6
Itaitinga	3,8	3,9	3,9
Maracanaú	0,6	0,6	0,6
Maranguape	21,1	23,4	25,7
Pacajus	10,1	9,6	9,2
Pacatuba	3,9	3,8	3,6
S. G. Amarante	9,7	11,6	13,2

9.2.3 Demandas Industriais

Devido a pequena quantidade de informações existentes nos órgãos oficiais sobre futuros cenários de demandas industriais no estado e o atual estado de expectativa de crescimento desta com a implantação de empreendimentos de grande porte, a metodologia a seguir foi apresentada.

Nesse sentido, duas possibilidades foram estabelecidas: demanda industrial dispersa e demanda industrial concentrada. No primeiro caso foi utilizada a metodologia consagrada no PLIRHINE, e posteriormente adotada no PERH-CE, tomando como demanda industrial total o somatório do produto do número de empregados por um coeficiente correspondente ao tipo de indústria. Cabe

destacar que no cálculo da demanda industrial só foram consideradas as indústrias com mais de 20 funcionários, haja vista que a demanda das pequenas indústrias é computada dentro do abastecimento doméstico urbano.

No caso de projetos de implantação de DIs, optou-se por um método de saturação, alocando uma vazão demandada por hectare ocupado do DI.

Para evitar superestimar as demandas industriais, no caso de municípios com DIs, tomou-se a maior das duas demandas, industrial difusa ou dos DIs, como demanda industrial consolidada para aquele município.

A análise foi, então, dividida em três partes. Na primeira, tendo em vista a dimensão do empreendimento e, conseqüentemente, a elevada demanda de água que será necessária, analisou-se as demandas do Complexo Industrial Portuário do Pecém. Na segunda avaliou-se as demandas dos demais Distritos Industriais existentes na RMF e, na terceira, as demandas das demais indústrias difusas nos municípios da região.

9.2.3.1 *Demandas Industriais do Complexo Industrial Portuário do Pecém*

Após exaustiva análise das informações existentes e discussão com as instituições públicas e privadas diretamente envolvidas, foram definidos cenários de demanda para o Complexo Industrial Portuário do Pecém.

Os resultados são apresentados no Quadro 24. Para a composição destas demandas avaliou-se o comportamento individual de cada tipo de indústria, considerando-se a implantação em etapas, cenários quinquenais e um patamar máximo de demanda para um horizonte de 20 anos.

QUADRO 24

HIPÓTESES E CENÁRIOS DA EVOLUÇÃO DAS VAZÕES INDUSTRIAIS DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DO PECÉM

Indústria	Vazões (l/s)										
	Ano										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2008	2010	2013	2018	2020
Siderurgia	100	390	390	390	390	390	390	390	580	580	580
Pólo Metal-Mecânico Área I e II (0,25 l/s/ha)	20	30	40	50	60	66	115	138	172	230	230
Termelétrica	-	35	35	35	35	35	35	35	70	70	70
Distribuidora (109,3 ha) (0,20 l/s/ha)	-	10	10	15	20	22	22	22	22	22	22
Terminal (170 ha) (0,2 l/s/ha)	-	10	10	20	20	25	30	30	35	35	35
Porto	10	10	20	30	40	50	65	71	80	100	100
Q _{Total} (sem refinaria)	130	485	505	540	565	588	657	686	959	1037	1037
Q _{refinaria}						370	370	370	555	555	555
Q _{Total indústria}	130	485	505	540	565	958	1027	1056	1514	1592	1592
Q _{Total Máximo}	156	582	606	648	678	1150	1232	1267	1817	1910	1910
%Q _{max}	8,17	30,4	31,7	33,9	35,4	60,1	64,5	66,3	95,1	100,0	100,0

Primeira Etapa

Segunda Etapa

9.2.3.2 Demandas dos Demais Distritos Industriais da Região

Na Região Metropolitana de Fortaleza, segundo a Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará, estão implantados, em implantação ou planejados os Distritos Industriais de Caucaia, Itaitinga, Maracanaú (I e III), Maranguape (I e II), Pacajus (I e II) e Pacatuba (I e II) (Quadro 25).

QUADRO 25**ÁREAS E ESTÁGIO DOS DISTRITOS INDUSTRIAIS DAS BACIAS DA RMF**

Distrito Industrial	Área (em hectares)	Estágio
DI de Caucaia	213,05	Em negociação
DI de Horizonte	59,00	Em implantação
DI de Itaitinga	135,00	Em projeto
DI de Maracanaú I	1013,00	Em funcionamento
DI de Maracanaú III	164,00	Em implantação
DI de Maranguape I	5412	Em implantação
DI de Maranguape II	19,20	Em projeto
DI de Pacajus I	80,50	Em implantação
DI de Pacajus II	35,36	Em implantação
DI de Pacatuba I	35,06	Em implantação
DI de Pacatuba II	61,79	Em negociação

Fonte: Companhia De Desenvolvimento Do Ceará — Codece (1996)- Secretaria de Indústria e Comércio

Para o cálculo da demanda nos Distritos Industriais, com base na análise de uma série de fontes sobre o assunto, foram admitidas as seguintes premissas básicas:

valor específico médio da demanda dos Distritos Industriais (D.I.) igual a 0,5 l/s/ha.

a saturação de ocupação dos diversos Distritos Industriais se dará em diferentes épocas dependendo de seus estágios atuais. Os DIs já em funcionamento estarão saturados no ano 2003. Os DIs em implantação estarão com 20% da ocupação em 1998. 50% de ocupação no ano 2003 e saturados em 2008. Os DIs em projeto ou negociação estarão com 10% da ocupação em 2003, 40% da ocupação no ano 2008, 70% em 2013 e só atingirão a saturação em 2018. Para os horizontes do presente Plano (2000, 2010 e 2020) os valores foram obtidos por interpolações a partir dos valores de demanda obtidos conforme descrição anterior.

O Quadro 26 mostra os resultados obtidos, destacando-se os valores para 2000, 2010 e 2020.

QUADRO 26

DEMANDAS DOS DISTRITOS INDUSTRIAIS EXISTENTES NA RMF

Distrito Industrial	Demandas (l/s)							
	1998	2000	2003	2008	2010	2013	2018	2020
D.I. de Barreira	-	-	0,35	1,40	1,81	2,44	3,49	3,49
D.I. de Caucaia	-	-	10,65	42,61	55,39	74,57	106,53	106,53
D.I. Horizonte	5,90	9,44	14,75	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50
D.I. Itaitinga	-	-	6,75	27,00	35,10	47,25	67,50	67,50
D.I. de Maracanaú I	354,55	415,33	506,50	506,50	506,50	506,50	506,50	506,50
D.I. de Maracanaú III	16,40	26,24	41,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
D.I. de Maranguape I	5,41	8,66	13,53	27,06	27,06	27,06	27,06	27,06
D.I. de Maranguape II	-	-	0,96	3,84	4,99	6,72	9,60	9,60
D.I. de Pacajus I	8,05	12,88	20,13	40,25	40,25	40,25	40,25	40,25
D.I. Pacajus II	3,54	5,66	8,84	17,68	17,68	17,68	17,68	17,68
D.I. de Pacatuba I	3,51	5,61	8,77	17,53	17,53	17,53	17,53	17,53
D.I. de Pacatuba II	-	-	3,09	12,36	16,07	21,63	30,90	30,90

9.2.3.3 Demandas Industriais Difusas

Neste item apresenta-se a composição das demandas industriais difusas em todos os municípios da RMF. As fontes consultadas para estimar estas demandas foram: o Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH-CE, 1991), o Cadastro Industrial do Ceará/1992 (SIC-CE, 1992), a Relação de Contatos das Indústrias com Protocolos de Intenções (CODITUR-SIC-CE, 1994) e os Cadastros do Programa de Promoção Industrial e Atração de Investimentos de Novembro/96 e Outubro/97 (CODECE-SIC-CE).

Para o cálculo da demanda só foram consideradas as indústrias com mais de 20 funcionários, haja vista que a demanda das pequenas indústrias é computada dentro do abastecimento doméstico urbano, posteriormente apresentado. A metodologia de cálculo foi a mesma utilizada no PLIRHINE (1980) e no PERH Ceará (1991), como a seguir descrito.

Tomando-se por base os coeficientes de demanda (m^3 /operário/dia) oriundos do PLIRHINE e do PERH-CE e a compatibilização das informações (gêneros das indústrias e número de pessoal ocupado) obtidas das publicações mencionadas no início deste item, calculou-se as demandas para o cenário atual. Fez-se, então, as projeções até 2020 de acordo com o comportamento médio do crescimento da população urbana, utilizando-se como taxa a da região das Bacias Metropolitanas como um todo incluindo Fortaleza (igual a 2,41% ao ano). Vale ressaltar que, na absoluta ausência de qualquer estudo e/ou planejamento futuro, este método de projeção se justifica pela relativa correspondência existente entre a urbanização e o nível de atividade industrial das cidades. O Quadro 27 apresenta os coeficientes de demanda (m^3 /operário/dia) para os gêneros de indústria encontrados na região.

QUADRO 27

COEFICIENTES DE DEMANDA INDUSTRIAL DIFUSA (M³/OPERÁRIO/DIA)

Gênero da Indústria		Coefficiente de Demanda
Código	Descrição	(m ³ /operário/dia)
00	Extração de Minerais	0,20
10	Transformações de Produtos Minerais não Metálicos	0,30
11	Metalúrgica	0,50
12	Mecânica	0,30
13	Material Elétrico e de Comunicação	0,20
14	Material de Transporte	0,30
15	Madeira	0,20
16	Mobiliária	0,20
17	Papel e Papelão	0,30
18	Borracha	0,02
19	Couros e Peles, Calçados e Artigos de Vestuário	2,80
20	Química	9,80
21	Produtos Farmacêuticos e Veterinários	9,80
22	Perfumaria, Sabões e Velas	2,00
23	Produtos de Materiais Plásticos	0,82
24	Têxtil	2,50
25	Vestuário, Calçados e Artefatos de tecido	0,20
26	Produtos Alimentares	5,00
27	Bebidas	10,00
29	Editorial e Gráfica	0,30

FONTE: Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará – 1991

No caso específico do município de Fortaleza foram obtidas, junto a Federação das indústrias do Estado do Ceará – FIEC, informações mais recentes do número de empregados por tipo de indústria, pesquisados em meados de 1998, as quais constam da já referida tabela 6.11 e foram utilizadas para o cálculo das demandas industriais desse município.

9.2.3.4 Demandas de Turismo

A indústria do turismo vem assumindo grande importância no desenvolvimento do estado, sendo caracterizada por exigências de atendimento praticamente pleno, dado lidar, geralmente, com um público exigente, de alto poder aquisitivo.

As demandas relacionadas à esse tipo de atividade foram obtidas junto à Secretaria do Turismo do Estado do Ceará, onde se prevê a demanda para os horizontes 2.002 e 2.020, interpolando esses valores no caso dos anos intermediários.

Essas demandas foram calculadas com base em protocolos de intenção acertados por empresas hoteleiras junto à Secretaria de Turismo nos quais se informam o número de UHS de cada empreendimento.

As Demandas da indústria de turismo são apresentadas a seguir no Quadro 28.

QUADRO 28

DEMANDA INDUSTRIAL DE TURISMO NA RMF

Município	Demanda Industrial de Turismo (l/s)		
	2000	2010	2020
Fortaleza	0	32	66
Aquiraz	0	621	1297
Caucaia	0	811	1657
Guaiuba	0	7,6	16
Maranguape	0	21	43,0
Pacatuba	0	10,4	21

9.2.3.5 Consolidação das Demandas Industriais

O Quadro 29 mostra, para cada município, a consolidação da demanda industrial, ou seja, a composição entre as demandas do Complexo Industrial Portuário do Pecém, dos Distritos Industriais e das indústrias difusas nos municípios, projetadas para os horizontes 2000, 2010 e 2020.

QUADRO 29

PROJEÇÃO DAS DEMANDAS INDUSTRIAIS CONSOLIDADAS (L/S)

Município	Demanda Industrial (l/s)		
	Ano		
	2000	2010	2020
Aquiraz	243,5	275,2	290,7
Caucaia	702,8	918,7	1150,3
Chorozinho	3,9	5,0	6,0
Eusébio	136,4	178,3	223,2
Fortaleza	1739,5	2273,9	2847,3
Guaiuba	10,1	11,5	12,2
Horizonte	67,5	99,9	118,8
Itaitinga	8,7	35,1	67,5
Maracanaú	441,6	588,5	588,5
Maranguape	147,5	180,1	204,6
Pacajus	334,7	436,8	501,3
Pacatuba	96,9	126,9	156,6
São Gonçalo do Amarante	523,5	1264,7	1653,0

9.2.4 Demanda Animal

O comportamento da população animal é diretamente relacionado com as condições físicas e sócio-econômicas vigentes no meio rural, em especial com a ocorrência de períodos chuvosos anormais (principalmente anos secos).

A análise dos dados disponíveis – publicações do IBGE sobre a produção da pecuária municipal do período 1977/95 – com a tentativa do estabelecimento de funções de regressão do contingente com o tempo, demonstrou que não há uma tendência de aumento ordenado do rebanho, o qual por vezes cresce, por vezes decresce e, para a maioria dos municípios, alterna acréscimos e decréscimos.

Devido a isto, optou-se no presente plano pela utilização da mesma metodologia utilizada no PLIRHTNE e no PERH-CE que baseia-se no emprego de uma unidade hipotética denominada BEDA (bovino equivalente para demanda d'água). Esta unidade agrega os rebanhos bovinos, eqüinos, asininos, ovinos, caprinos, e suínos através da seguinte relação:

$$BEDA_{i,j} = Bovino_{i,j} + Eqüino_{i,j} + Asinino_{i,j} + \frac{Ovino_{i,j} + Caprino_{i,j}}{5} + \frac{Suino}{4}$$

onde: *i* é o município ou região e *j* é o ano de projeção.

O Quadro 30 apresenta os valores de BEDA para o período 1977/95 para a divisão municipal.

QUADRO 30
VALORES DE BEA - 1977 A 1995

Ano	BEDA						
	Micro-regiões Homogêneas						Bacias Metropolitanas
	Fortaleza	Lit. de Pacajus	Uruburetama	Sert. de Canindé	Ser. De Baturité	Demais Mun.	
1977	91.815	37.225	8.058	2.320	62.234	0	201.651
1978	94.268	35.291	8.446	2.557	56.155	0	196.717
1979	104.346	40.148	8.850	2.057	58.390	0	213.791
1980	80.732	39.369	8.589	2.803	73.770	0	205.263
1981	91.777	39.802	8.317	2.869	69.985	0	212.750
1982	91.005	39.441	9.322	3.119	69.906	0	212.793
1983	84.687	35.964	8.721	1.999	70.297	0	201.669
1986	110.465	54.418	10.318	2.453	78.664	0	256.317
1987	121.327	55.015	10.771	2.490	80.863	0	270.465
1988	124.467	54.432	11.304	2.525	77.791	20.659	291.179
1989	133.706	55.502	12.189	2.468	83.024	43.279	330.168
1991	149.103	57.718	13.175	1.997	80.762	38.280	341.034
1992	158.349	57.387	13.726	2.027	81.117	35.419	348.026
1993	154.758	52.012	13.273	1.166	66.106	41.022	328.336
1994	143.305	50.556	13.831	1.067	68.371	39.154	316.284
1995	137.255	52.349	14.089	1.156	70.021	39.871	314.741

Analisando a referida tabela, observa-se que, mesmo para a unidade hipotética BEDA, não há um padrão definido de evolução. Pode-se, entretanto, constatar que, considerando todo o período de 19 anos com dados disponíveis (1977/95) para a região, há uma tendência de crescimento do BEDA, apesar dos anos intermediários alternarem acréscimos e decréscimos no rebanho.

Por conseguinte, adotou-se como metodologia para projeção do rebanho BEDA de cada município a aplicação da taxa obtida para o período de 1977 a 1995 considerando toda a região metropolitana, ou seja, 2,50% ao ano. A Quadro 31 mostra os valores de BEDA para 1995 e as projeções para 2000, 2010 e 2020.

QUADRO 31

VALORES DE BEDA POR MUNICÍPIO DA RMF

Município	BEDA			
	1995	2000	2010	2020
Aquiraz	6.068	6.866	8.789	11.250
Caucaia	64.454	72.924	93.349	119.494
Chorozinho	4.244	4.802	6.146	7.868
Eusébio	2.140	2.422	3.100	3.968
Fortaleza	13.721	15.524	19.872	25.438
Guaiuba	5.128	5.802	7.427	9.507
Horizonte	2.647	2.994	3.833	4.906
Itaitinga	1.911	2.162	2.768	3.543
Maracanaú	6.351	7.186	9.198	11.774
Maranguape	31.323	35.439	45.365	58.071
Pacajus	7.519	8.507	10.890	13.940
Pacatuba	6.158	6.967	8.919	11.417
São Gonçalo do Amarante	9.745	11.025	14.113	18.066

Feitas as projeções dos rebanhos BEDA, para o cálculo da demanda de água foi aplicado o mesmo coeficiente selecionado pelo PLIRHINE e PERH-CE, que admite um consumo médio constante de 50 l/cab/dia por cada unidade BEDA. O Quadro 32 apresenta os resultados de demanda obtidos.

QUADRO 32

DEMANDA ANIMAL POR MUNICÍPIO DA RMF

Município	Demanda (l/s)			
	1995	2000	2010	2020
Aquiraz	3,51	3,97	5,09	6,51
Caucaia	37,30	42,20	54,02	69,15
Chorozinho	2,46	2,78	3,56	4,55
Eusébio	1,24	1,40	1,79	2,30
Fortaleza	7,94	8,98	11,50	14,72
Guaiuba	2,97	3,36	4,30	5,50
Horizonte	1,53	1,73	2,22	2,84
Itaitinga	1,11	1,25	1,60	2,05
Maracanaú	3,68	4,16	5,32	6,81
Maranguape	18,13	20,51	26,25	33,61
Pacajus	4,35	4,92	6,30	8,07
Pacatuba	3,56	4,03	5,16	6,61
São Gonçalo do Amarante	5,64	6,38	8,17	10,46

9.2.5 Demanda de Irrigação

Pelas próprias características físicas e econômicas das bacias que englobam a Região Metropolitana de Fortaleza, a atividade agrícola não impõe grandes demandas de irrigação, ao contrário de outras bacias do estado como a Bacia do Curu e a Bacia do Jaguaribe.

A identificação dos solos agricultáveis e, conseqüentemente, potencialmente irrigáveis representa, sem sombra de dúvidas dentro deste contexto, o caminho mais curto para o desenvolvimento da estimativa das demandas da agricultura irrigada.

9.2.5.1 Conceitos e Parâmetros

Na determinação da superfície irrigável de cada unidade de mapeamento, levou-se em consideração duas situações distintas:

- a primeira abrangendo as unidades de mapeamento cujas descrições das características físicas, químicas e geomorfológicas, apresentam-se com detalhes suficientes que permitem a identificação da superfície irrigável quantitativa e qualitativamente sem grandes obstáculos;
- a segunda abrangendo as unidades de mapeamento, cujas descrições das características físicas, químicas e geomorfológicas, contidas nos diversos estudos consultados, mostram-se com detalhes insuficientes, não permitindo a identificação da superfície irrigável, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira que se possa ter uma estimativa razoável.

Para avaliação das áreas potencialmente irrigáveis dentro da zona de abrangência das bacias que envolvem a RMF foram adotados os seguintes conceitos, bastante utilizados no âmbito dos projetos de irrigação:

- Superfície Geográfica Bruta Irrigável (SGBI) – corresponde à área total ou parcial da unidade de mapeamento, incluída no levantamento de solos, com potencial para irrigação;
- Superfície Agrícola Irrigável (SAI) – corresponde à área estimada a partir da Superfície Geográfica Bruta Irrigável, que apresenta no todo ou em parte, potencialidade para irrigação, sendo obtida a partir do levantamento das características das associações de solos que compõem as áreas mapeadas ao longo da zona de abrangência das Bacias Metropolitanas;
- Superfície Agrícola Útil (SAU) — corresponde à parcela da Superfície Agrícola Irrigável que efetivamente pode ser irrigada.

A determinação da percentagem dos componentes das associações foi feita pelo método estimativo. Os solos que ocupam extensões inferiores a 15,0% do total da área de determinada unidade de mapeamento são considerados como inclusões. De acordo com este critério, os componentes nas associações teriam a seguinte distribuição, em função do percentual mínimo do primeiro componente:

- associações com dois componentes: o primeiro componente teria no mínimo 51,0%;
- associações com três componentes: o primeiro componente teria no mínimo 34,0% desde que os 66,0% restantes sejam distribuídos pelos dois últimos componentes, ambos com percentuais inferiores ao do primeiro componente;
- associação com quatro componentes: o primeiro componente teria no mínimo 26,0%, desde que os 74,0% restantes fossem distribuídos pelos três últimos componentes, todos com percentuais inferiores ao do primeiro componente.

A superfície Agrícola Útil (SAU) poderia ser determinada com maior precisão a partir dos seguintes tipos de levantamentos:

- fotointerpretação das áreas das Bacia Metropolitanas com base em fotografias na escala 1:25.000 ou até 1:50.000 e posterior checagem de campo dos solos fotointerpretados com classificação preliminar das Classes de Terras para Irrigação;
- complementação dos estudos constantes do item anterior com um levantamento a nível de semi-detalle e elaboração definitiva da legenda de Classes de Terras para Irrigação;
- mapa de uso atual obtido a partir de imagens de satélite em escala apropriada.

O levantamento das classes de terras para irrigação por este método mostra-se bastante impreciso, pelo fato de apresentar áreas de baixadas úmidas, ribeirinhas a córregos, riachos e lagoas, normalmente úmidas, como áreas potencialmente irrigáveis quando, na realidade, em sua maioria essas áreas são constituídas por áreas com características de aptidão agrícola irrigável

nula, formados por solos pertencentes às classes dos Planossolos, Planossolos Solódicos, Solonetz Solodizados ou outros tipos de Solos Hidromórficos.

Este método, necessitaria portanto, de serviços de campo e confronto com os levantamentos de solos existentes para dar consistência a base do mapeamento obtido e eliminar os solos não agricultáveis.

Não se dispondo de nenhuma destas alternativas, adotou-se uma metodologia bastante prática, baseando-se nos dados dos levantamentos de solos existentes e adotando-se parâmetros e conceitos pedológicos, bem como, índices usualmente utilizados na elaboração de projetos de irrigação. A metodologia, a seguir descrita, para determinação das superfícies irrigáveis tem por base as áreas planimetradas das respectivas unidades de mapeamento que apresentam potencial para agricultura irrigada. Na determinação da Superfície Geográfica Bruta Irrigável (SGBI) foram observadas duas situações de mapeamento de solos:

- unidades de mapeamento formada por uma única classe de solos;
- unidades de mapeamento formada por duas ou mais classes de solos, constituindo as associações.

Na primeira situação, a Superfície Geográfica Bruta Irrigável (SGBI) é aquela representada pela própria unidade de mapeamento, ou seja, 100,0% da área mapeada. Na segunda situação, a SGBI é obtida considerando-se os índices estimativos dos componentes das associações, conforme se verá mais adiante.

Na determinação da Superfície Agrícola Irrigável (SAI) considerou-se um índice variável de 50,0 a 70,0% de rendimento, dependendo de cada unidade de mapeamento. As perdas representadas pelas áreas não agricultáveis de cada unidade são constituídas basicamente por grotas, riachos, voçorocas, aforamentos de rochas, áreas com altos índices de halomorfia, lagoas, depressões, áreas de proteção ambiental marginais aos rios, entre tantos outros fatores de perdas.

A Superfície Agrícola Útil (SAU) será aquela que efetivamente poderá ser irrigada, e foi obtida a partir da Superfície Agrícola Irrigável (SAI), considerando-se um índice de rendimento médio de 60,0%, atribuindo-se as perdas a fatores inerentes ao próprio projeto de irrigação tais como: caminhos, estradas, drenos artificiais, divisão do loteamento, irregularidades no formato das áreas irrigáveis, diques de marachas (cultura do arroz), etc. Nos projetos de irrigação elaborados por várias entidades este índice varia de 60,0 a 75,0%. Adotou-se o menor valor por permitir uma maior margem de segurança na estimativa da Superfície Agrícola Útil.

Adotando-se os conceitos e parâmetros descritos anteriormente para seleção e quantificação das áreas das Bacias Metropolitanas potencialmente irrigáveis, a determinação das SGBI, SAI e SAU, dar-se-á de acordo com a discriminação feita nos itens a seguir e baseada nas características dos solos representados pelas unidades de mapeamento que apresentam maior capacidade de aptidão agrícola para agricultura irrigada.

9.2.5.2 Determinação das Áreas Potencialmente Irrigáveis

9.2.5.2.1 Determinação da Superfície Geográfica Bruta Irrigável

Na quantificação da SGBI das Bacia Metropolitanas foram consideradas todas as informações pedológicas constantes dos estudos, citados anteriormente, e consolidados nos seguintes tópicos:

- as unidades simples LVe, LAd, PE3, PE7, PE11, PE15, Ae1, Ae2, Ae3, AQd1, AQd2, AQd3, representam 100% da SGBI, ou seja, 165.713 ha, por serem formadas por solos considerados irrigáveis;
- as associações representadas pelas unidades de mapeamento PVa, PVd4 e PE17, também, representam 100% da SGBI, ou seja, 37.724 ha, por serem formadas por solos considerados irrigáveis;
- para as unidades de mapeamento PVd3, PVd5 e Ae4, formadas pela associação de dois solos sendo um potencialmente irrigável com outros de baixo ou nenhum potencial agrícola para irrigação, estimou-se em 80% o percentual mínimo de solos com potencial para irrigação nestas associações, o que representam 42.527 ha de um total de 53.159 ha.
- para a unidade de mapeamento AQd5, formada pela associação de três solos, dos quais um apresenta-se com baixo ou quase nenhum potencial agrícola para irrigação, estimou-se em 80% o percentual mínimo de solos com potencial para irrigação nesta associação, o que representam 133.495 ha de um total de 166.869 ha.
- para as unidades de mapeamento PVd6 e PVd8, formadas pela associação de quatro classes de solos, dos quais um apresenta-se com baixo ou quase nenhum potencial para irrigação, estimou-se em 75% o percentual mínimo de solos com potencial para irrigação nestas duas associações, o que representam 21.311 ha de um total de 28.415 ha.

A Superfície Geográfica Bruta Irrigável tem, portanto, uma área total de 400.770 ha, resultante do somatório das unidades de solos consideradas irrigáveis.

9.2.5.2.2 Determinação da Superfície Agrícola Irrigável (SAI)

Na determinação da SAI considerou-se um índice de rendimento médio de 70%. Apesar das Bacias Metropolitanas apresentarem áreas, normalmente, de conformação mais aberta e com uma melhor distribuição das manchas de solos, deverão ainda, serem computadas as perdas ocasionadas pelos fatores relacionados com a presença de grotas, riachos, depressões, voçorocas, afloramentos rochosos, inclusão de solos impróprios para agricultura irrigada, etc.

A Superfície Agrícola Irrigável (SAI) terá, assim, uma área total de 280.539 ha (400.770 ha x 0,70).

9.2.5.2.3 Determinação da Superfície Agrícola Útil (SAU)

A superfície que efetivamente poderá ser irrigada e abrangida pelo Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas, foi estimada em 168.323 ha, partindo-se de uma SAI de 280.539 ha e aplicando-se o índice de 60%, conforme comentado anteriormente.

9.2.5.3 Análise do Aproveitamento das Potencialidades de Solos

Os resultados apontam para uma estimativa de 168.323 ha de Superfície Agrícola Útil (SAU), ou seja, para uma área total que poderia ser efetivamente irrigada. As disponibilidades de solos na área de abrangência das Bacias Metropolitanas apresentam-se bastante superiores às disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, segundo os mais recentes estudos.

Com relação às disponibilidades hídricas superficiais, é notório o comprometimento dos mesmos com o abastecimento humano da Região Metropolitana de Fortaleza, das cidades circunvizinhas e, atualmente, do Complexo Portuário do Pecém, o que reduz drasticamente o provável aproveitamento dos solos com potenciais para irrigação, a partir das reservas hídricas superficiais.

Resta como principal opção, o aproveitamento das terras ao longo do Canal do Trabalhador, onde ocorre atualmente o uso com irrigação de aproximadamente 900 ha e de 4 ha com piscicultura. Do total irrigado predominam as culturas de cajueiro com cerca de 400 ha, melão 100 ha, capineira 62 ha, mandioca 38 ha, manga 20 ha, além de outras culturas que ocupam pequenas áreas, tais como feijão, milho, melancia, mamão, sorgo, banana, etc...

As demais áreas atualmente irrigadas concentram-se a jusante dos açudes Pompeu Sobrinho (158 ha), principalmente capineira e alguma fruticultura; e Acarape do Meio (130 ha), culturas frutíferas, e forte concentração de cultura açucareira, além de uma pequena área de irrigação de capineira na Fazenda Garrote, município de Caucaia, com 7 ha.

Considerando a evolução da ocupação agrícola da bacia podem ser destacadas as possibilidades de expansão das áreas atuais, atingindo, até 2.020, progressivamente 267 ha a jusante do Pompeu Sobrinho e 729 ha a jusante do Acarape do Meio. Não se supõe expansão da área da Fazenda Garrote, que abastecendo-se a partir de poços não teria como ampliar o atendimento a essa demanda.

Além dessas áreas, ao longo do Rio Choró, a partir da confluência com o Rio Castro até próximo ao Açude Pacajus, identificou-se uma área com potencial de irrigação, total de 3.958 ha para o horizonte ano 2.020, que poderia utilizar águas da perenização dos Açudes Pompeu Sobrinho, Castro e Aracoiaíba.

Outra alternativa de expansão da área irrigada nas Bacias Metropolitanas é o incremento das culturas ao longo do Canal do Trabalhador, que espera-se, após a execução de um outro canal que abasteça Fortaleza a partir do Açude Castanhão, possa ser aproveitado como fonte hídrica para aquela região, permitindo uma irrigação intensiva de até 6000 ha SAU.

9.2.5.4 Cálculo das Demandas de Irrigação

A demanda hídrica de irrigação das Bacias Metropolitanas foi, por fim, calculada com base nas áreas irrigáveis identificadas, aplicando-lhes em fator de demanda por hectare irrigado.

Este fator foi tomado do Estudo de Inserção Regional para Transposição do Rio São Francisco, tendo sido obtido com a aplicação de modelos agrícolas que estimavam através do método MUSAG – Modelo de Umidade do Solo para Fins Agrícolas – considerando eficiências médias de aplicação e distribuição de, respectivamente, 65% e 90%, resultando num valor médio de 0.50 l/s/ha.

Para o cálculo das demandas atuais, no entanto, admitiu-se um coeficiente de 0.6 l/s/ha, para levar em conta a atual ineficiência do manejo de irrigação, levando em conta o fator anterior para os horizontes 2.010 e 2.020.

A partir desses fatores temos as demandas hídricas de irrigação para os horizontes atual, 2.010 e 2.020 apresentados na Quadro 33, a seguir.

QUADRO 33

DEMANDA HÍDRICA DE IRRIGAÇÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

Localização	Demanda hídrica (l/s)		
	2000	2010	2020
Fazenda Garrote em Caucaia	4	4	4
Área a jusante Acarape do Meio	78	219	437
Área a jusante Choró-Limão	95	117	160
Área do Canal do Trabalhador	470	3000	3000
Áreas Potenciais	0	989	1979

9.2.6 Consolidação das Demandas Municipais Humanas e Industriais

A consolidação das demandas a serem atendidas na RMF e no Complexo Portuário do Pecém é apresentada na Quadro 34, para os horizontes atual 2.010 e 2020. Para os demais municípios, os dados são apresentados no Quadro 35.

QUADRO 34

SÉRIES DE DEMANDAS CONSOLIDADAS DOS MUNICÍPIOS DA RMF E DO COMPLEXO PORTUÁRIO PECÉM

Ano	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praias				Caucaia (praias)			Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém			Chorozinho			Horizonte			Itaitinga			Maranguape			Pacajus			Pacatuba		
	Humana	Indust.	Turismo	Total	Humana	Turismo	Total	Humana	Indust.	Total	Humana	Indust.	Total	Humana	Indust.	Total	Humana	Industr.	Total	Humana	Indust.	Total	Humana	Indust.	Total	Humana	Indust.	Total
2000	5,953	2,904	0,000	8,887	0,093	0,000	0,093	0,040	0,524	0,564	0,015	0,004	0,019	0,032	0,068	0,099	0,043	0,009	0,052	0,116	0,148	0,264	0,064	0,335	0,398	0,111	0,097	0,208
2001	5,929	3,010	0,003	8,942	0,095	0,081	0,176	0,044	0,580	0,604	0,016	0,004	0,020	0,033	0,070	0,103	0,044	0,009	0,053	0,118	0,150	0,268	0,065	0,344	0,409	0,114	0,100	0,214
2002	5,916	3,113	0,007	9,036	0,096	0,162	0,258	0,047	0,587	0,634	0,016	0,004	0,020	0,034	0,073	0,107	0,044	0,009	0,053	0,121	0,154	0,274	0,067	0,353	0,420	0,117	0,102	0,220
2003	5,913	3,215	0,010	8,138	0,098	0,243	0,341	0,051	0,982	1,033	0,017	0,004	0,021	0,036	0,076	0,112	0,045	0,009	0,054	0,123	0,157	0,280	0,069	0,362	0,432	0,120	0,105	0,226
2004	5,918	3,288	0,013	9,220	0,104	0,324	0,428	0,056	0,996	1,083	0,017	0,004	0,021	0,040	0,079	0,119	0,045	0,012	0,058	0,126	0,160	0,285	0,071	0,372	0,443	0,124	0,106	0,232
2005	6,114	3,360	0,017	8,490	0,135	0,406	0,841	0,060	1,014	1,074	0,016	0,004	0,021	0,039	0,062	0,121	0,046	0,016	0,082	0,126	0,163	0,291	0,086	0,382	0,450	0,118	0,111	0,229
2006	6,302	3,456	0,020	8,778	0,207	0,467	0,894	0,066	1,030	1,098	0,017	0,005	0,021	0,041	0,085	0,126	0,046	0,020	0,068	0,131	0,166	0,297	0,070	0,393	0,482	0,121	0,114	0,235
2007	6,502	3,550	0,023	10,075	0,225	0,586	0,782	0,071	1,047	1,118	0,017	0,005	0,022	0,042	0,069	0,131	0,047	0,023	0,070	0,133	0,170	0,303	0,071	0,403	0,475	0,125	0,117	0,242
2008	6,706	3,643	0,026	10,378	0,242	0,649	0,881	0,077	1,063	1,140	0,017	0,005	0,022	0,044	0,092	0,138	0,047	0,027	0,074	0,138	0,173	0,308	0,073	0,414	0,457	0,128	0,120	0,248
2009	8,923	3,726	0,030	10,880	0,246	0,730	0,878	0,083	1,164	1,247	0,018	0,005	0,023	0,046	0,096	0,142	0,048	0,031	0,079	0,139	0,177	0,315	0,075	0,425	0,501	0,132	0,124	0,250
2010	7,151	3,808	0,033	10,992	0,305	0,811	1,118	0,090	1,255	1,355	0,017	0,005	0,022	0,044	0,100	0,144	0,048	0,035	0,084	0,142	0,180	0,322	0,072	0,437	0,509	0,126	0,127	0,253
2011	7,386	3,696	0,036	11,311	0,314	0,996	1,210	0,094	1,364	1,457	0,017	0,005	0,022	0,045	0,102	0,147	0,049	0,039	0,058	0,143	0,182	0,328	0,073	0,443	0,518	0,129	0,130	0,258
2012	7,629	3,967	0,040	11,836	0,323	0,960	1,304	0,097	1,483	1,560	0,018	0,005	0,023	0,046	0,103	0,148	0,049	0,043	0,092	0,145	0,165	0,330	0,074	0,449	0,523	0,131	0,132	0,264
2013	7,669	4,045	0,043	11,877	0,333	1,065	1,388	0,101	1,562	1,863	0,018	0,005	0,023	0,047	0,105	0,152	0,049	0,047	0,098	0,147	0,167	0,334	0,075	0,455	0,530	0,134	0,135	0,269
2014	8,159	4,121	0,046	12,325	0,342	1,149	1,491	0,104	1,579	1,884	0,016	0,005	0,024	0,046	0,107	0,155	0,049	0,051	0,100	0,149	0,190	0,338	0,076	0,462	0,538	0,137	0,139	0,278
2015	6,474	4,195	0,050	12,718	0,351	1,234	1,585	0,108	1,597	1,705	0,019	0,005	0,024	0,048	0,109	0,157	0,049	0,055	0,104	0,151	0,192	0,343	0,077	0,468	0,545	0,140	0,141	0,281
2016	8,644	4,277	0,053	12,973	0,360	1,319	1,678	0,112	1,614	1,728	0,019	0,006	0,025	0,049	0,111	0,160	0,050	0,059	0,108	0,153	0,194	0,347	0,078	0,474	0,553	0,143	0,144	0,287
2017	6,803	4,360	0,056	13,218	0,368	1,403	1,772	0,116	1,631	1,747	0,019	0,006	0,025	0,050	0,113	0,183	0,050	0,063	0,113	0,155	0,197	0,352	0,079	0,481	0,500	0,146	0,147	0,293
2018	8,951	4,444	0,059	13,455	0,377	1,486	1,866	0,120	1,649	1,769	0,020	0,006	0,028	0,051	0,115	0,188	0,050	0,068	0,117	0,157	0,199	0,358	0,080	0,488	0,508	0,149	0,150	0,299
2019	9,088	4,531	0,063	13,881	0,377	1,572	1,950	0,124	1,651	1,770	0,020	0,006	0,028	0,052	0,117	0,169	0,050	0,068	0,118	0,159	0,202	0,361	0,082	0,494	0,078	0,152	0,153	0,308
2020	9,214	4,620	0,066	13,899	0,377	1,857	2,034	0,129	1,653	1,782	0,020	0,006	0,027	0,053	0,119	0,171	0,050	0,088	0,118	0,161	0,205	0,386	0,053	0,501	0,584	0,155	0,157	0,312
2021	9,329	4,711	0,086	14,108	0,377	1,657	2,034	0,133	1,655	1,788	0,021	0,006	0,027	0,054	0,121	0,174	0,051	0,068	0,118	0,163	0,207	0,370	0,084	0,508	0,592	0,159	0,160	0,319
2022	9,435	4,803	0,066	14,304	0,377	1,657	2,034	0,138	1,657	1,795	0,021	0,006	0,027	0,055	0,123	0,178	0,051	0,068	0,118	0,165	0,210	0,375	0,085	0,515	0,500	0,182	0,163	0,325
2023	9,531	4,898	0,066	14,485	0,377	1,657	2,034	0,143	1,500	1,803	0,022	0,006	0,028	0,058	0,125	0,181	0,051	0,068	0,118	0,187	0,213	0,380	0,086	0,522	0,509	0,166	0,167	0,332
2024	9,618	4,995	0,086	14,879	0,377	1,657	2,034	0,148	1,662	1,810	0,022	0,006	0,028	0,057	0,127	0,184	0,051	0,068	0,119	0,189	0,215	0,385	0,087	0,530	0,817	0,169	0,170	0,339
2025	9,696	5,094	0,066	14,856	0,377	1,657	2,034	0,154	1,504	1,818	0,022	0,007	0,029	0,057	0,130	0,187	0,051	0,068	0,119	0,172	0,218	0,390	0,089	0,537	0,626	0,232	0,174	0,406
2026	9,765	5,196	0,066	15,027	0,377	1,657	2,034	0,159	1,687	1,826	0,023	0,007	0,029	0,058	0,132	0,180	0,052	0,068	0,119	0,233	0,221	0,454	0,090	0,045	0,634	0,237	0,178	0,414
2027	9,827	5,299	0,066	15,193	0,377	1,657	2,034	0,165	1,670	1,834	0,023	0,007	0,030	0,060	0,134	0,184	0,052	0,068	0,119	0,236	0,224	0,480	0,091	0,552	0,843	0,242	0,181	0,423
2028	9,882	5,405	0,066	15,353	0,377	1,657	2,034	0,171	1,672	1,843	0,023	0,007	0,030	0,061	0,136	0,197	0,052	0,068	0,118	0,239	0,227	0,466	0,092	0,500	0,852	0,247	0,185	0,432
2029	9,929	5,514	0,066	15,508	0,377	1,657	2,034	0,237	1,675	1,912	0,024	0,007	0,031	0,062	0,139	0,200	0,052	0,068	0,120	0,242	0,230	0,472	0,094	0,508	0,501	0,252	0,189	0,441
2030	9,969	5,624	0,066	15,660	0,377	1,657	2,034	0,248	1,678	1,924	0,024	0,007	0,031	0,063	0,141	0,204	0,052	0,068	0,120	0,245	0,232	0,478	0,095	0,575	0,670	0,257	0,193	0,451

QUADRO 35

CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS PARA OS DEMAIS MUNICÍPIOS DA RMF

Município	2000					2010					2020				
	DHUC	DHR	DI	DA	Total	DHUC	DHR	DI	DA	Total	DHUC	DHR	DI	DA	Total
Aquiraz	100,5	11,11674	243,5	3,97	359,07	99,1	13,01	275,2	5,09	392,4	10,6	14,53	290,72	6,51	416,36
Chorozinho	15,3	7,30496	3,9	2,78	29,33	16,9	8,07	345,5	11,9	478,23	20,5	4,49	6,02	4,55	35,56
Guaiúba	22,9	6,765969	10,1	3,36	43,11	22,6	7,4	11,5	4,3	45,81	24,1	8,09	12,24	5,5	49,94
Horizonte	31,8	14,58125	67,5	1,73	115,65	44,6	22,94	99,9	2,22	169,64	53,1	31,64	118,77	2,84	206,35
Pacajus	63,7	10,11317	334,7	4,92	413,39	72,50	9,65	436,8	6,30	525,22	83,30	9,20	501,32	8,07	601,90
Pacatuba	111,1	3,929549	96,9	4,03	215,99	126,80	3,78	126,9	5,16	262,63	156,50	3,63	156,57	6,61	323,30
São Gonçalo	46,6	9,712892	523,5	6,38	586,20	91,10	11,57	1264,7	8,17	1375,51	129,60	13,17	1653,01	10,46	1806,24

9.3 Áreas com Deficiências Atuais no Abastecimento

A confrontação de disponibilidades e demandas hídricas da RMF e do Complexo Portuário do Pecém representa um clássico balanço hídrico concentrado que, apesar de sua simplicidade metodológica, dada a natureza pontual de umas e de outras, é capaz de demonstrar a condição de atendimento, ou não, das demandas.

O grau de exigência das demandas consideradas estabelece a necessidade de exigir das disponibilidades a máxima garantia possível. Logo, na consideração do balanço hídrico pretendido, entende-se por disponibilidades hídricas as vazões regularizadas com 99,9% de garantia dos reservatórios operados, segundo o sistema integrado de abastecimento descrito anteriormente. As demandas a serem atendidas na RMF e no Complexo Portuário do Pecém foram objeto do item anterior.

O Quadro 36 apresenta as séries de demandas em questão e as vazões regularizadas, com 99,9% de garantia, dos reservatórios que as atendem, com a totalização desses valores. Por fim, nesse mesmo quadro, são comparadas as demandas e disponibilidades, com o cálculo dos déficits correspondentes, resultantes do não atendimento das demandas, caracterizando o balanço hídrico concentrado do sistema.

Expõe-se, a partir dos cálculos de déficits efetuados, a crítica situação a que estão submetidas as demandas da RMF e do Complexo Portuário do Pecém, sujeitos, desde o horizonte do ano 2000, a uma deficiência de atendimento de 4,213 m³/s, que se agrava ano a ano, atingindo o valor de 13,191 m³/s no ano 2020. Essa situação deficitária demonstra a intensa fragilidade no atendimento das demandas, considerando somente a disponibilidade local atual; a primeira alternativa, portanto, seria examinar as condições de incremento dessas disponibilidades locais, e, posteriormente a importação de recursos hídricos de outras bacias.

9.4 Áreas com Deficiências Futuras Potenciais

A análise do incremento da oferta hídrica local, permite concluir que a oferta hídrica local tem como únicas alternativas importantes para incremento os reservatórios Choró e Aracoiaba, sendo os demais açudes em estudo desprezíveis frente às demandas envolvidas, servindo exclusivamente para consumos pontuais.

A avaliação do aproveitamento dos reservatórios Choró e Aracoiaba no atendimento às demandas da RMF e do Complexo Portuário do Pecém merece o cuidado de considerar as perdas e aproveitamentos no percurso, necessariamente em leito natural, destes ao Açude Pacajus. Considera-se, com essa intenção, um aproveitamento de somente 85% das vazões regularizadas pelos reservatórios Choró e Aracoiaba para o atendimento da RMF e do Complexo Portuário do Pecém.

O Quadro 37 apresenta o balanço hídrico correspondente à essa estratégia, considerando a operação do reservatório Aracoiaba, e do reservatório Choró. Levou-se em conta que a implantação de cada um desses reservatórios não implica em imediata disponibilidade das vazões totais regularizadas; assim considerou-se um incremento escalonado das mesmas até suas plenitudes.

QUADRO 36

BALANÇO HÍDRICO CONSIDERANDO A INFRA-ESTRUTURA ATUAL DE ATENDIMENTO DA RMF E DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM

Ano	Demandas (m ³ /s)									Infra-estrutura atual local				Balanço Hídrico Q (m ³ /s)
	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praia	Caucaia (praia)	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba	Pacoti-Riachão-Gavião (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Pacajus (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Sítios Novos (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Disponib. Local (m ³ /s)	
2000	8,857	0,093	0,564	0,019	0,099	0,052	0,264	0,398	0,208	3,874	1,989	0,921	6,784	-4,213
2001	8,942	0,176	0,604	0,020	0,103	0,053	0,269	0,409	0,214	3,874	1,989	0,921	6,784	-4,458
2002	9,036	0,258	0,634	0,020	0,107	0,053	0,274	0,420	0,220	3,874	1,989	0,921	6,784	-4,704
2003	9,138	0,341	1,033	0,021	0,112	0,054	0,280	0,432	0,226	3,874	1,989	0,921	6,784	-5,328
2004	9,220	0,428	1,053	0,021	0,119	0,058	0,285	0,443	0,232	3,874	1,989	0,921	6,784	-5,567
2005	9,490	0,541	1,074	0,021	0,121	0,062	0,291	0,450	0,229	3,874	1,989	0,921	6,784	-5,990
2006	9,778	0,694	1,096	0,021	0,126	0,066	0,297	0,462	0,235	3,874	1,989	0,921	6,784	-6,500
2007	10,075	0,792	1,118	0,022	0,131	0,070	0,303	0,475	0,242	3,874	1,989	0,921	6,784	-6,965
2008	10,376	0,891	1,140	0,022	0,136	0,074	0,309	0,487	0,248	3,874	1,989	0,921	6,784	-7,436
2009	10,680	0,976	1,247	0,023	0,142	0,079	0,315	0,501	0,255	3,874	1,989	0,921	6,784	-7,983
2010	10,992	1,116	1,355	0,022	0,144	0,084	0,322	0,509	0,253	3,874	1,989	0,921	6,784	-8,567
2011	11,311	1,210	1,457	0,022	0,147	0,088	0,326	0,516	0,258	3,874	1,989	0,921	6,784	-9,118
2012	11,636	1,304	1,560	0,023	0,149	0,092	0,330	0,523	0,264	3,874	1,989	0,921	6,784	-9,675
2013	11,977	1,398	1,663	0,023	0,152	0,096	0,334	0,530	0,269	3,874	1,989	0,921	6,784	-10,249
2014	12,325	1,491	1,684	0,024	0,155	0,100	0,339	0,538	0,275	3,874	1,989	0,921	6,784	-10,749
2015	12,718	1,585	1,705	0,024	0,157	0,105	0,343	0,545	0,281	3,874	1,989	0,921	6,784	-11,294
2016	12,973	1,678	1,726	0,025	0,160	0,109	0,347	0,553	0,287	3,874	1,989	0,921	6,784	-11,702
2017	13,219	1,772	1,747	0,025	0,163	0,113	0,352	0,560	0,293	3,874	1,989	0,921	6,784	-12,101
2018	13,455	1,865	1,769	0,026	0,166	0,117	0,358	0,568	0,299	3,874	1,989	0,921	6,784	-12,491
2019	13,681	1,950	1,775	0,026	0,169	0,118	0,361	0,576	0,306	3,874	1,989	0,921	6,784	-12,845
2020	13,899	2,034	1,782	0,027	0,171	0,118	0,366	0,584	0,312	3,874	1,989	0,921	6,784	-13,191
2021	14,106	2,034	1,788	0,027	0,174	0,118	0,370	0,592	0,319	3,874	1,989	0,921	6,784	-13,441

Ano	Demandas (m ³ /s)									Infra-estrutura atual local				Balanco Hídrico
	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praia	Caucaia (praia)	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba	Pacoti-Riachão-Gavião (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Pacajus (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Sítios Novos (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Disponib. Local (m ³ /s)	Q (m ³ /s)
2022	14,304	2,034	1,795	0,027	0,178	0,118	0,375	0,600	0,325	3,874	1,989	0,921	6,784	-13,684
2023	14,495	2,034	1,803	0,028	0,181	0,118	0,380	0,609	0,332	3,874	1,989	0,921	6,784	-13,921
2024	14,679	2,034	1,810	0,028	0,184	0,119	0,385	0,617	0,339	3,874	1,989	0,921	6,784	-14,151
2025	14,856	2,034	1,818	0,029	0,187	0,119	0,390	0,626	0,406	3,874	1,989	0,921	6,784	-14,435
2026	15,027	2,034	1,826	0,029	0,190	0,119	0,454	0,634	0,414	3,874	1,989	0,921	6,784	-14,716
2027	15,193	2,034	1,834	0,030	0,194	0,119	0,460	0,643	0,423	3,874	1,989	0,921	6,784	-14,933
2028	15,353	2,034	1,843	0,030	0,197	0,119	0,466	0,652	0,432	3,874	1,989	0,921	6,784	-15,146
2029	15,508	2,034	1,912	0,031	0,200	0,120	0,472	0,661	0,441	3,874	1,989	0,921	6,784	-15,416
2030	15,660	2,034	1,924	0,031	0,204	0,120	0,478	0,670	0,451	3,874	1,989	0,921	6,784	-15,625

QUADRO 37

BALANÇO HÍDRICO PARA A RMF E O COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM (CENÁRIO CONSIDERANDO A IMPLANTAÇÃO DOS AÇUDES CHORÓ E ARACOIABA)

Ano	Demanda (m³/s)									Infraestrututa Atual Local			Possivel Incremento de Infraestrutura Local		Disponib. Local (m³/s)	Balanco Hídrico Local	Vazão Importada	Balanco Hídrico Total
	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praia	Caucaia (praia)	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba	Pacoti-Riachão-Gavião (Q _{99,9}) (m³/s)	Pacajus (Q _{99,9}) (m³/s)	Sítios Novos (Q _{99,9}) (m³/s)	Aracoiaba (Q _{99,9}) (m³/s)	Choró (Q _{99,9}) (m³/s)		Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)
2000	8,857	0,093	0,564	0,019	0,099	0,052	0,264	0,398	0,208	3,874	1,989	0,921			6,784	-4,213	4,000	-0,213
2001	8,942	0,176	0,604	0,020	0,103	0,053	0,269	0,409	0,214	3,874	1,989	0,921	0,288		6,784	-4,454	5,000	0,546
2002	9,036	0,258	0,634	0,020	0,107	0,053	0,274	0,420	0,220	3,874	1,989	0,921	0,385		6,784	-4,604	5,000	0,396
2003	9,138	0,341	1,033	0,021	0,112	0,054	0,280	0,432	0,226	3,874	1,989	0,921	0,577		6,784	-5,035	6,000	0,965
2004	9,220	0,428	1,053	0,021	0,119	0,058	0,285	0,443	0,232	3,874	1,989	0,921	0,769		6,784	-5,081	6,000	0,919
2005	9,490	0,541	1,074	0,021	0,121	0,062	0,291	0,450	0,229	3,874	1,989	0,921	0,961		6,784	-5,313	6,000	0,687
2006	9,778	0,694	1,096	0,021	0,126	0,066	0,297	0,462	0,235	3,874	1,989	0,921	0,961	0,435	6,784	-5,774	7,000	1,226
2007	10,075	0,792	1,118	0,022	0,131	0,070	0,303	0,475	0,242	3,874	1,989	0,921	0,961	0,725	6,784	-5,949	7,000	1,051
2008	10,376	0,891	1,140	0,022	0,136	0,074	0,309	0,487	0,248	3,874	1,989	0,921	0,961	0,870	6,784	-6,275	7,000	0,725
2009	10,680	0,976	1,247	0,023	0,142	0,079	0,315	0,501	0,255	3,874	1,989	0,921	0,961	1,159	6,784	-6,532	9,000	2,468
2010	10,992	1,116	1,355	0,022	0,144	0,084	0,322	0,509	0,253	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-6,827	9,000	2,173
2011	11,311	1,210	1,457	0,022	0,147	0,088	0,326	0,516	0,258	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-7,377	9,000	1,623
2012	11,636	1,304	1,560	0,023	0,149	0,092	0,330	0,523	0,264	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-7,935	10,000	2,065
2013	11,977	1,398	1,663	0,023	0,152	0,096	0,334	0,530	0,269	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-8,509	10,000	1,491
2014	12,325	1,491	1,684	0,024	0,155	0,100	0,339	0,538	0,275	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-9,009	11,000	1,991
2015	12,718	1,585	1,705	0,024	0,157	0,105	0,343	0,545	0,281	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-9,554	11,000	1,446
2016	12,973	1,678	1,726	0,025	0,160	0,109	0,347	0,553	0,287	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-9,961	12,000	2,039
2017	13,219	1,772	1,747	0,025	0,163	0,113	0,352	0,560	0,293	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-10,360	12,000	1,640
2018	13,455	1,865	1,769	0,026	0,166	0,117	0,358	0,568	0,299	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-10,751	13,000	2,249
2019	13,681	1,950	1,775	0,026	0,169	0,118	0,361	0,576	0,306	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-11,104	13,000	1,896
2020	13,899	2,034	1,782	0,027	0,171	0,118	0,366	0,584	0,312	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-11,450	13,000	1,550
2021	14,106	2,034	1,788	0,027	0,174	0,118	0,370	0,592	0,319	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-11,700	13,000	1,300
2022	14,304	2,034	1,795	0,027	0,178	0,118	0,375	0,600	0,325	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-11,944	14,000	2,056

Ano	Demanda (m ³ /s)									Infraestrutura Atual Local			Possível Incremento de Infraestrutura Local		Disponib. Local (m ³ /s)	Balanco Hídrico Local	Vazão Importada	Balanco Hídrico Total
	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praia	Caucaia (praia)	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba	Pacoti-Riachão-Gavião (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Pacajus (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Sítios Novos (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Aracoiaba (Q _{99,9}) (m ³ /s)	Choró (Q _{99,9}) (m ³ /s)		Q (m ³ /s)	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /s)
2023	14,495	2,034	1,803	0,028	0,181	0,118	0,380	0,609	0,332	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-12,180	14,000	1,820
2024	14,679	2,034	1,810	0,028	0,184	0,119	0,385	0,617	0,339	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-12,411	14,000	1,589
2025	14,856	2,034	1,818	0,029	0,187	0,119	0,390	0,626	0,406	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-12,695	15,000	2,305
2026	15,027	2,034	1,826	0,029	0,190	0,119	0,454	0,634	0,414	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-12,975	15,000	2,025
2027	15,193	2,034	1,834	0,030	0,194	0,119	0,460	0,643	0,423	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-13,192	15,000	1,808
2028	15,353	2,034	1,843	0,030	0,197	0,119	0,466	0,652	0,432	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-13,405	15,000	1,595
2029	15,508	2,034	1,912	0,031	0,200	0,120	0,472	0,661	0,441	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-13,675	15,000	1,325
2030	15,660	2,034	1,924	0,031	0,204	0,120	0,478	0,670	0,451	3,874	1,989	0,921	0,961	1,449	6,784	-13,884	15,000	1,116

QUADRO 38

BALANÇO HÍDRICO PARA A RMF E O COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM (CENÁRIO CONSIDERANDO A IMPLANTAÇÃO DO AÇUDE ARACOIABA)

Ano	Demanda (m³/s)									Infra-estrutura Atual Local			Possível Incremento de Infraestrutura Local	Disponib. Local (m³/s)	Balanco Hídrico Local	Vazão Importada	Balanco Hídrico Total
	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praia	Caucaia (praia)	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba	Pacoti-Riachão-Gavião (Q _{99,9}) (m³/s)	Pacajus (Q _{99,9}) (m³/s)	Sítios Novos (Q _{99,9}) (m³/s)	Aracoiaba (Q _{99,9}) (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	
2000	8,857	0,093	0,564	0,019	0,099	0,052	0,264	0,398	0,208	3,874	1,989	0,921		6,784	-4,213	4,000	-0,213
2001	8,942	0,176	0,604	0,020	0,103	0,053	0,269	0,409	0,214	3,874	1,989	0,921	0,288	6,784	-4,454	5,000	0,546
2002	9,036	0,258	0,634	0,020	0,107	0,053	0,274	0,420	0,220	3,874	1,989	0,921	0,385	6,784	-4,604	5,000	0,396
2003	9,138	0,341	1,033	0,021	0,112	0,054	0,280	0,432	0,226	3,874	1,989	0,921	0,577	6,784	-5,035	6,000	0,965
2004	9,220	0,428	1,053	0,021	0,119	0,058	0,285	0,443	0,232	3,874	1,989	0,921	0,769	6,784	-5,081	6,000	0,919
2005	9,490	0,541	1,074	0,021	0,121	0,062	0,291	0,450	0,229	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-5,313	6,000	0,687
2006	9,778	0,694	1,096	0,021	0,126	0,066	0,297	0,462	0,235	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-5,882	7,000	1,178
2007	10,075	0,792	1,118	0,022	0,131	0,070	0,303	0,475	0,242	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-6,288	7,000	0,712
2008	10,376	0,891	1,140	0,022	0,136	0,074	0,309	0,487	0,248	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-6,758	9,000	2,242
2009	10,680	0,976	1,247	0,023	0,142	0,079	0,315	0,501	0,255	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-7,305	9,000	1,695
2010	10,992	1,116	1,355	0,022	0,144	0,084	0,322	0,509	0,253	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-7,890	9,000	1,110
2011	11,311	1,210	1,457	0,022	0,147	0,088	0,326	0,516	0,258	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-8,440	10,000	1,560
2012	11,636	1,304	1,560	0,023	0,149	0,092	0,330	0,523	0,264	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-8,998	10,000	1,002
2013	11,977	1,398	1,663	0,023	0,152	0,096	0,334	0,530	0,269	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-9,572	11,000	1,428
2014	12,325	1,491	1,684	0,024	0,155	0,100	0,339	0,538	0,275	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-10,072	11,000	0,928
2015	12,718	1,585	1,705	0,024	0,157	0,105	0,343	0,545	0,281	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-10,617	12,000	1,383
2016	12,973	1,678	1,726	0,025	0,160	0,109	0,347	0,553	0,287	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-11,025	12,000	0,975
2017	13,219	1,772	1,747	0,025	0,163	0,113	0,352	0,560	0,293	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-11,424	12,000	0,576
2018	13,455	1,865	1,769	0,026	0,166	0,117	0,358	0,568	0,299	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-11,814	13,000	1,186
2019	13,681	1,950	1,775	0,026	0,169	0,118	0,361	0,576	0,306	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-12,168	13,000	0,832
2020	13,899	2,034	1,782	0,027	0,171	0,118	0,366	0,584	0,312	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-12,513	14,000	1,487
2021	14,106	2,034	1,788	0,027	0,174	0,118	0,370	0,592	0,319	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-12,764	14,000	1,236
2022	14,304	2,034	1,795	0,027	0,178	0,118	0,375	0,600	0,325	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-13,007	14,000	0,993

Ano	Demanda (m³/s)									Infra-estrutura Atual Local			Possível Incremento de Infraestrutura Local	Disponib. Local (m³/s)	Balanco Hídrico Local	Vazão Importada	Balanco Hídrico Total
	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praia	Caucaia (praia)	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba	Pacoti-Riachão-Gavião (Q _{99,9}) (m³/s)	Pacajus (Q _{99,9}) (m³/s)	Sítios Novos (Q _{99,9}) (m³/s)	Aracoiaba (Q _{99,9}) (m³/s)		Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)
2023	14,495	2,034	1,803	0,028	0,181	0,118	0,380	0,609	0,332	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-13,243	14,000	0,757
2024	14,679	2,034	1,810	0,028	0,184	0,119	0,385	0,617	0,339	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-13,474	15,000	1,526
2025	14,856	2,034	1,818	0,029	0,187	0,119	0,390	0,626	0,406	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-13,758	15,000	1,242
2026	15,027	2,034	1,826	0,029	0,190	0,119	0,454	0,634	0,414	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-14,038	15,000	0,962
2027	15,193	2,034	1,834	0,030	0,194	0,119	0,460	0,643	0,423	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-14,258	15,000	0,744
2028	15,353	2,034	1,843	0,030	0,197	0,119	0,466	0,652	0,432	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-14,469	16,000	1,531
2029	15,508	2,034	1,912	0,031	0,200	0,120	0,472	0,661	0,441	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-14,739	16,000	1,261
2030	15,660	2,034	1,924	0,031	0,204	0,120	0,478	0,670	0,451	3,874	1,989	0,921	0,961	6,784	-14,947	16,000	1,053

A evolução do balanço hídrico apresentado permite verificar que, no máximo, a disponibilidade hídrica local, com a implantação dos açudes Choró e Aracoiaba em plenitude, seria acrescida de 1,741 m³/s, saltando dos atuais 6,784 m³/s para 8,525 m³/s.

Embora a implantação do açude Aracoiaba seja questão definida na política de recursos hídricos do estado do Ceará, o mesmo não pode ser considerado em relação ao açude Choró.

Dois são os entraves ligados à implantação do Açude Choró: a dimensão do lago de acumulação que ocasionaria a desapropriação de uma grande porção de terras, e a possibilidade de salinização das águas do reservatório, a exemplo do reservatório Pompeu Sobrinho.

Essas razões implicam na necessidade da realização de um balanço hídrico para a RMF e o Complexo Portuário do Pecém, tomando como único acréscimo da oferta local o açude Aracoiaba.

O Quadro 38 apresenta o resultado desse cenário de ofertas, que obviamente apresenta o nível de precariedade para a região e uma maior dependência da importação de vazões.

O aumento dessa dependência pode ser exemplificado pelos valores do balanço hídrico total no ano 2.020; superávit de 1,550 m³/s, com importação de 13 m³/s, considerando a implantação dos dois açudes, e superávit de 1,487 m³/s, no caso da implantação somente do açude Aracoiaba, com importação de 14 m³/s.

A redução na disponibilidade total local máxima, de 8,525 m³/s para 7,461 m³/s, implica em mudança na programação de importação de vazões, já que a natural demora na disponibilização total dessas vazões locais resulta na formação de uma ação de importação hídrica, absolutamente imprescindível, ao atendimento das demandas em questão.

10. CENÁRIOS DE ÁREAS CRÍTICAS VERSUS ÁREAS ESTRATÉGICAS

10.1 Composição de Cenários

A composição dos cenários foi feita a partir do estudo de demandas apresentado no item anterior. Estes cenários são apresentados por município e compreendem os horizontes atual, 2010 e 2020.

10.1.1 Aquiraz

O atendimento das demandas humana e industrial em Aquiraz depende de uma parte da infraestrutura considerada atual que ainda não existe de fato, mas que já está em processo de implantação. Essa parcela corresponde ao Açude Catu e a adução que disponibiliza sua perenização para atender às demandas no referido município.

Embora servida pela adutora do Açude Catu, a demanda da população residente na sede municipal apresentou uma falha média de 54,7% no ano 2000, elevando-se para 56,6% no horizonte 2020, numa frequência de ocorrência de 100%. Estes resultados indicam que, embora seja esta a principal demanda a ser atendida pelo referido açude, o atendimento é precário devido a pequena capacidade da adutora. Este fato registra a necessidade de ampliação da capacidade da mesma.

Numa análise global do município, as demandas difusas apresentam a frequência de falha e falha média bastante elevadas, principalmente por dependerem da disponibilidade subterrânea que, à exceção da Prainha, é insuficiente, face à magnitude das demandas.

Exceção são também os distritos Justiniano de Serpa e Tapera que dispõem, além dos poços, das águas da perenização do açude Catu, conseguindo com isso pleno atendimento num horizonte de até 20 anos.

Ainda em Aquiraz verifica-se a total ausência de disponibilidades nos distritos de Caponga da Bernarda e Porto das Dunas que, devido a isso, apresentam situação de colapso total já no cenário atual. No entanto, é sabido que a população da localidade do Porto das Dunas faz uso de poços particulares para atender a suas demandas; por falta de informações mais precisas a esse respeito, esta fonte de atendimento não pode ser considerada no balanço hídrico.

A demanda industrial apresenta resultados semelhantes aos da demanda humana concentrada, com frequência de falha de 100% e déficit médio acima de 60%. Esta demanda, que representa um valor bem maior que o daquela, apresenta como fonte única de abastecimento a adutora do Açude Catu, já insuficiente para o atendimento da demanda humana concentrada.

A demanda industrial na localidade de Porto das Dunas refere-se à indústria do turismo, que representa a maior parcela do total das demandas do município nos horizontes futuros. Como na infra-estrutura atual não existe uma fonte de abastecimento identificada para esta demanda, mesmo porque só se manifesta nas projeções de demanda para o futuro, ela apresenta-se nos horizontes 2010 e 2020 totalmente deficitária.

A demanda humana rural em Aquiraz apresenta-se plenamente satisfeita e utiliza principalmente poços para esse suprimento, num percentual acima de 98%, suprimento este complementado pela disponibilidade em lagoas.

Com baixo índice deficitário, na ordem de 0,15% em média, a demanda animal rural faz uso principalmente do deflúvio (74%), complementado pela perenização do Açude Catu (15%), pequena açudagem anual (9%) e por poços e lagoas (2%).

10.1.2 Caucaia

O atendimento da demanda humana da sede do município de Caucaia se dá primordialmente a partir do açude Gavião (87% do atendimento médio) e o restante do atendimento médio se dá através de poços. O atendimento da demanda humana concentrada apresenta alguma falha em 100% do histórico simulado e esta falha atingiu em média o valor de 61% em 2000, 68% em

2010 e chega a 75% em 2020. A constância do déficit hídrico verifica-se pela insuficiente capacidade do sistema de adução a partir do açude Gavião.

A região de concentração de demanda industrial de turismo nas Praias de Caucaia, que aqui é denominada de “Caucaia (praias)”, encontra-se em déficit total de atendimento nos horizontes de 2010 e 2020, ainda que, com a implantação do eixo em licitação vá atingir a situação inversa de pleno atendimento.

Nos distritos de Guarani e Tucunduba não foram identificadas nenhuma das disponibilidades que atendem à demanda humana difusa, portanto nestes distritos ocorre déficit pleno em todos os horizontes simulados.

O distrito de Mirambé é totalmente atendido por poços. Porém esses poços atenderam em média apenas 17% da demanda em 2000 e 11% em 2020.

O distrito de Jurema é atendido pela mesma fonte que a sede municipal de Caucaia, portanto a situação de atendimento é idêntica a demanda humana concentrada de Caucaia.

O atendimento no distrito de Sítios Novos encontra-se em uma situação bastante peculiar. Em 2000 o distrito é 100% atendido pela perenização do açude Sítios Novos com déficit médio de apenas 0,1% da demanda, porém a partir de 2010 a implantação do Pólo Industrial do Pecém indisponibiliza a totalidade da perenização deste mesmo açude, ficando, portanto, o distrito de Sítios Novos sem nenhuma disponibilidade para a demanda humana difusa, que passa a apresentar déficit pleno.

O distrito de Bom Princípio encontra-se plenamente atendido até o horizonte 2020 pela pequena açudagem interanual.

As disponibilidades destinadas à demanda humana rural em Caucaia não são suficientes para atender a essa demanda. Ficando assim essa disponibilidade com um déficit constante, em todos os horizontes simulados, da ordem de 21% da demanda. Este atendimento se dá principalmente pela disponibilidade dos poços (74% do atendimento médio).

Caucaia é o município que apresentou a maior demanda animal rural (42,2 l/s em 2000). Embora esta demanda apresente algum déficit de atendimento em 32% do tempo em todos os horizontes simulados, o déficit médio foi de apenas 1,0% da demanda em 2000 chegando a 1,14% em 2020. Além disso, o déficit máximo foi de 12,0% da demanda em 2000 e chega a 14% em 2020.

A fonte de atendimento da demanda Industrial de Caucaia é a mesma da demanda Humana Concentrada, portanto sua situação de atendimento é parecida com a dessa demanda, agravada ainda pelo fato de não poder usar a disponibilidade de poços que se esgota no atendimento de parte da demanda Humana Concentrada.

A demanda de irrigação nesse município se resume a 3,78 l/s na Fazenda Garrote. O deflúvio foi a única fonte identificada para a satisfação dessa demanda que apresenta um déficit médio de 54% e máximo de 100%.

10.1.3 Chorozinho

Em Chorozinho a demanda humana concentrada é plenamente atendida nos horizontes atual e 2010. Verifica-se, no entanto, no horizonte 2020, picos de falha de atendimento que podem chegar até 96% da demanda, mas que ocorrem com uma frequência baixíssima (1% dos meses). Uma pequena parte dessa demanda (5%) é atendida por uma adutora do açude Pacoti-Riachão, estando o restante do atendimento feito a partir da perenização do açude Pacajus. O atendimento feito a partir do açude Pacajus ocorre no balanço hídrico devido a perenização deste materializar-se em disponibilidade na unidade de balanço do referido município, no entanto, não foi possível identificar uma estrutura de captação e adução que, de fato, promovesse tal atendimento.

Nos distritos Campestre e Cedro não foram identificadas nenhuma das disponibilidades que atendem à demanda humana difusa. Assim, estes distritos apresentam déficit pleno em todos os horizontes simulados.

O distrito Patos dos Liberatos é plenamente atendido pela perenização do açude Pacajus nos horizontes até 2010. Verificam-se no horizonte 2020, picos de falha de atendimento que podem chegar até 100% da demanda, mas que ocorrem com uma frequência baixíssima (0,3%).

Os distritos Timbaúba dos Marinheiros e Triângulo estão completamente atendidos, em todos os horizontes simulados, através de uma adutora do açude Pacajus.

A demanda humana rural apresenta algum déficit em 100% do tempo. Porém o déficit médio é de apenas 6% da demanda. A principal fonte de atendimento dessa demanda são os poços, que perfazem 83% do atendimento. A perenização e a açudagem interanual também contribuem para esse atendimento e suas parcelas no atendimento médio são respectivamente de 9% e 8% do atendimento médio.

A demanda animal rural em Chorozinho apresenta déficit em 62% do tempo, sendo que a magnitude deste déficit é, em média, igual a 7% da demanda. O atendimento dessa demanda é feito principalmente pelo deflúvio e pela pequena açudagem anual.

A demanda industrial sofre falha no atendimento em 8% do tempo em 2010 e 20% em 2020, não apresentando falha em 2000. A falha média desse atendimento é de 8% da demanda em 2010 e 19% em 2020. Aproximadamente 5% do atendimento médio da referida demanda é feito por uma adutora do Pacoti-Riachão. Os outros 95% são atendidos a partir da pequena açudagem interanual.

A irrigação do município de Chorozinho é composta de três parcelas a serem analisadas individualmente. A primeira parcela totaliza uma demanda de 76 l/s em 2020 e se serve da importação do Canal do Trabalhador estando, portanto, nas mesmas condições de atendimento que a irrigação em Beberibe e em Cascavel. A segunda parcela, com uma demanda total de 147 l/s em 2020, também está em boas condições de atendimento pois utiliza a perenização do açude Aracoiaba. A terceira e última parcela, que totaliza 222 l/s em 2020, localiza-se na unidade de balanço do açude Pacajus e, como a perenização desta unidade de balanço está totalmente comprometida com a satisfação das grandes demandas concentradas da Região Metropolitana, o

atendimento desta parcela é muito precário, chegando a um déficit médio de 70% da demanda em 2020.

10.1.4 Eusébio

O atendimento da demanda humana da sede do município é dividido entre a disponibilidade subterrânea e uma adução a partir do açude Gavião. Esse atendimento apresenta uma falha constante de 24% da demanda atual, 37% em 2010 e 51% em 2020.

O município de Eusébio tem uma pequena demanda animal rural que é plenamente atendida principalmente pelo deflúvio, pela pequena açudagem interanual e por poços.

A fonte de atendimento da demanda industrial de Eusébio é a mesma da demanda humana concentrada, portanto sua situação é de déficit é semelhante, porém um pouco agravada pelo fato de não puder contar com a disponibilidade subterrânea que já é insuficiente para o atendimento da demanda humana concentrada. Esse atendimento apresentou um déficit de 31% da demanda em 2000, 48% em 2010 e 58% em 2020. Os déficits para as demandas humana concentrada e industrial indicam que a capacidade da adutora é insuficiente.

10.1.5 Fortaleza

O atendimento da demanda humana concentrada de Fortaleza é feita totalmente a partir do açude Gavião reforçado pelos açudes Pacoti-Riachão, Pacajus e pelo Canal do Trabalhador. Verifica-se para essa demanda um déficit constante de 11% da demanda atual, 26% em 2010 e 42% em 2020. Esse déficit é dado pela insuficiente capacidade de adução a partir do açude Gavião, que devido principalmente a esse fato apresenta disponibilidades excedentes.

A demanda industrial utiliza a mesma fonte que a demanda humana concentrada. O déficit verificado foi de 35% no cenário atual, 41% em 2010 e 53% em 2020. Esses déficits se verificam pelos mesmos motivos que na demanda humana concentrada.

10.1.6 Guaiuba

A demanda humana concentrada em Guaiuba é plenamente atendida, em todos os horizontes simulados, a partir da adutora do açude Acarape do Meio. A demanda humana difusa no distrito de Água Verde é plenamente atendida, em todos os horizontes simulados, pela adutora do açude Acarape do Meio.

O distrito de Itacima é plenamente atendido pela pequena açudagem interanual, em todos os horizontes simulados, a exceção de uma falha praticamente desprezível no horizonte 2020. Verifica-se, ainda nesse distrito, um problema com a qualidade da água do açude responsável por esse atendimento. Este problema não foi, no entanto, abordado no balanço hídrico.

A demanda das comunidades rurais do município em análise apresenta déficit praticamente constante de 50% da demanda. Cerca de 75% do atendimento médio dessa demanda é feito pela pequena açudagem interanual e os outros 25% pela perenização.

O atendimento da demanda animal rural apresenta déficit em 27% do tempo. Este déficit é, em média, igual a 2% da demanda e sua principal fonte de atendimento é o deflúvio (71% do atendimento médio). As outras fontes utilizadas são a açudagem anual (20%) e a perenização (7%) e a pequena açudagem interanual (2%).

A demanda industrial em neste município é plenamente atendida no horizonte atual. Contudo, nos horizontes futuros, passa a ocorrer déficit de atendimento, devido principalmente ao incremento da demanda industrial de turismo.

A irrigação identificada nesse município é uma irrigação potencial, só sendo aqui tratada nos horizontes futuros. Essa irrigação depende das sobras da perenização do açude Acarape do Meio que passa antes por uma série de irrigações no município de Acarape. Sendo assim a irrigação no município de Guaiuba apresenta uma falha média de 7% em 2010 e 14% em 2020, sendo que a falha máxima chega a 100% da demanda.

10.1.7 Horizonte

No município de Horizonte o atendimento da demanda humana concentrada apresenta falha em 100% do tempo para todos os cenários. Esse déficit representa 72% da demanda em 2000, 80% em 2010 e 83% em 2020. A satisfação dessa demanda é feita a partir de poços, que representam 79% do atendimento, e de uma adutora do sistema Pacoti-Riachão, responsável pelos outros 21%.

Para os distritos Aningás e Queimados não foram identificadas nenhuma das disponibilidades passíveis de atendimento à demanda humana difusa. Em decorrência, ocorre nestes distritos déficit pleno em todos os horizontes simulados.

O distrito Dourados apresenta falha apenas no horizonte 2020. Essa falha pode chegar até a 73% da demanda, mas com uma frequência de apenas 0,2% do tempo. O atendimento da população desse distrito é feito a partir de poços e da Lagoa Canavieiras.

A demanda humana rural, por sua vez, apresenta falha em 100% do tempo para todos os cenários simulados. Essa falha é, em média, igual a 8% da demanda atual, 9% em 2010 e 11% em 2020. A principal fonte de satisfação dessa demanda são os poços, responsáveis por 75% do atendimento médio, os outros 25% do atendimento é feito a partir da disponibilidade de lagoas.

O atendimento da demanda animal rural apresenta uma frequência de falha de 10% e uma falha média de apenas 0,6% da demanda. Esse atendimento é feito a partir do deflúvio, dos poços e da pequena açudagem anual.

Quase a totalidade da demanda industrial de Horizonte é atendida por uma adutora do açude Pacoti-Riachão. Essa adução é insuficiente para fazer face à demanda, que apresenta um déficit de atendimento igual, em média, a 96% da demanda total.

10.1.8 Itaitinga

A demanda humana concentrada em Itaitinga é plenamente atendida em todos os cenários simulados. Uma parcela de 70% desse atendimento é realizado por uma adutora da interligação entre os açudes Pacoti-Riachão e Gavião. A outra parcela, de 30% da demanda, é atendida a partir de poços.

O distrito de Gereraú é plenamente atendido, em todos os cenários simulados, por uma adutora do açude Gavião.

A demanda humana rural em Itaitinga é atendida somente por poços e apresenta um déficit constante de 8% da demanda.

O atendimento da demanda animal rural apresenta uma frequência de déficit de 4%, um déficit médio de apenas 0,3% da demanda e um déficit máximo de 8% da demanda. A maior parte dessa demanda é atendida pelo deflúvio, mas também participam desse atendimento disponibilidades de poços e as açudagens anual e interanual.

No horizonte atual a demanda industrial desse município é plenamente atendida pela adução do Pacoti-Riachão e pela disponibilidade subterrânea. Para os cenários futuros, a demanda industrial passa por um aumento muito grande e, por conta disso, o balanço hídrico passa a utilizar também a pequena açudagem interanual como fonte para o atendimento dessa demanda. A frequência de déficit é de 24% em 2010 e 56% em 2020; o déficit médio é igual a 12% da demanda em 2010 e 41% em 2020 e o déficit máximo é igual a 62% da demanda em 2010 e 82% em 2020.

10.1.9 Maracanaú

O atendimento da demanda humana concentrada de Maracanaú é feita totalmente a partir do açude Gavião reforçado pelos açudes Pacoti-Riachão, Pacajus e pelo Canal do Trabalhador. Verifica-se para essa demanda um déficit constante de 31% da demanda no horizonte atual, 42% em 2010 e 55% em 2020. Esse déficit é dado pela insuficiente capacidade de adução a partir do açude Gavião.

A demanda humana do distrito de Pajuçara é atendido a partir do açude Gavião e não apresenta déficit em nenhum dos horizontes simulados. A demanda humana rural em Maracanaú é bastante reduzida e totalmente atendida sem falhas a partir de poços.

A demanda animal rural em Maracanaú apresenta déficit em 4,6% do tempo no cenário atual e 6% em 2020, porém o déficit médio é bastante reduzido 0,1% da demanda em 2010 e 0,15% da demanda em 2020. Essa demanda é atendida principalmente pelo deflúvio e por poços

A demanda industrial utiliza a mesma fonte que a demanda humana concentrada. O déficit verificado foi constante em cada cenário e igual a 49% da demanda atual, 62% em 2010 e 62% em 2020. Esses déficits se verificam pelos mesmos motivos citados na análise da demanda humana concentrada.

10.1.10 Maranguape

O atendimento da demanda humana concentrada de Maranguape é feito totalmente a partir do açude Gavião. Verifica-se para essa demanda um déficit constante de 41% da demanda atual, 45% em 2010 e 51% em 2020. Esse déficit é dado pela insuficiente capacidade de adução a partir do açude Gavião.

As demandas humanas dos distritos de Antônio Marques, Cachoeira, Jubaia, Lages, Tanques, Umarizeiras e Vertentes do Lagedo, apresentam falha total. Essa falha ocorre porque não foram identificadas disponibilidades hídricas que possam atender às mesmas.

Uma observação que deve ser levada em conta é que a cidade Umarizeiras está próximo ao açude Umarizeiras, manancial classificado como inter-anual, mas em uma unidade de balanço diferente. Portanto esse distrito provavelmente está, na realidade, sendo atendido pelo citado açude, muito embora os resultados do balanço não acusem essa ocorrência.

O distrito de Sapupara é atendido a partir de uma adutora a partir do açude Penedo (Pequena Açudagem interanual). Devido a baixa garantia desse tipo de manancial o distrito apresenta falhas já no cenário atual. Essa falhas se ampliam com o aumento das demandas e chegam a um valor médio de 30% da demanda em 2020 e, pior ainda, com déficits máximos que chegam a 100% da demanda.

Os distritos Ladeira Grande, Umarizeiras, Papara e Penedo são plenamente atendidos pela pequena açudagem interanual, em todos os horizontes simulados.

Os distritos Amanari, São João do Amanari e Itapebussu, são plenamente atendidos pela perenização do açude Amanari, em todos os horizontes simulados.

A demanda humana rural em Maranguape apresenta algum déficit em 100% do tempo para todos os horizontes simulados. O déficit médio para essa demanda varia de 43,5% no cenário atual até 45,3% em 2020. O atendimento dessa demanda é feito por poços, açudes interanuais e perenização.

A demanda animal rural em Maranguape é bastante elevada quando comparada aos demais municípios. As estatísticas de déficit para essa demanda variam muito pouco de um cenário para outro. O atendimento apresenta algum déficit em 30% do tempo, porém o déficit médio é bastante reduzido e igual a 3% da demanda. O atendimento é realizado principalmente pelo deflúvio, pela pequena açudagem anual e pela perenização.

A demanda industrial utiliza a mesma fonte que a demanda humana concentrada. O déficit verificado foi constante em cada cenário e igual a 49% no atual, 62% em 2010 e 62% em 2020. Esses déficits se verificam pelos mesmos motivos citados na análise da demanda humana concentrada.

10.1.11 Pacajus

A demanda humana concentrada do município de Pacajus não apresenta nenhum déficit de atendimento em nenhum dos cenários simulados. Uma pequena parte dessa demanda (5%) é atendida é por uma adutora do açude Pacoti-Riachão, sendo que o restante do atendimento é feito a partir de poços e da perenização do açude Pacajus.

Não foi identificada nenhuma fonte hídrica para abastecer a demanda do distrito de Itaipaba. Portanto, a demanda humana difusa nesse distrito encontra-se totalmente sem atendimento.

A demanda do distrito de Pascoal é atendida por poços. No horizonte atual essa disponibilidade é suficiente para atender toda a demanda. Nos horizontes futuros o atendimento passa a apresentar uma falha constante de 7,4% em 2010 e 19,4% em 2020.

A demanda humana rural no município de Pacajus é plenamente atendida, em todos os cenários simulados, por poços. Também a demanda animal rural está plenamente atendida, em todos os cenários simulados. O atendimento se dá a partir, principalmente, da pequena açudagem anual.

O atendimento da demanda industrial apresenta uma frequência de déficit de 78% no cenário atual, 83% em 2010 e 85% em 2020. O déficit médio desse atendimento é de 70% hoje e 75% em 2010 e 77% em 2020. As fontes que atendem a essa demanda são uma adutora a partir do açude Pacoti-Riachão, responsável por 20% do atendimento médio, e a pequena açudagem interanual, responsável por 80% do atendimento médio.

A irrigação no município de Pacajus apenas se verifica nos horizontes futuros e se concentra em uma única unidade de balanço situada no caminho da perenização do Acarape do Meio. O atendimento dessa demanda é pleno no horizonte 2010. No cenário 2020 o atendimento apresenta uma frequência de déficit não muita alta, 9%, mas o déficit máximo de 100% indica a alta vulnerabilidade dessa irrigação.

10.1.12 Pacatuba

O atendimento da demanda humana concentrada de Pacatuba é feita unicamente a partir do açude Gavião. Verifica-se para essa demanda um déficit constante de 52% da demanda em 2000, 58% em 2010 e 66% em 2020. Esse déficit é dado pela insuficiente capacidade de adução a partir do açude Gavião.

Os distritos Monguba, Pavuna e Senador Carlos Jereissati são plenamente atendidos pela perenização do açude Gavião.

A demanda humana rural em Pacatuba apresenta déficit constantemente, porém a magnitude deste é reduzida, sendo em média igual a 2,0% da demanda. Esse atendimento é feito por poços e pela açudagem interanual.

A demanda animal rural, por sua vez, apresenta déficit em 30% do tempo, e a magnitude deste déficit é em média igual a 2% da demanda. O atendimento dessa demanda é feito principalmente pelo deflúvio e pela perenização do açude Gavião.

O atendimento da demanda industrial é feito unicamente a partir do açude Gavião. Verifica-se para essa demanda um déficit constante de 52% da demanda em 2000, 66% em 2010 e 74% em 2020. Esse déficit é dado pela insuficiente capacidade de adução a partir do açude Gavião.

10.1.13 São Gonçalo do Amarante

A sede do município de São Gonçalo do Amarante é atualmente abastecida por uma adutora da Lagoa das Cobras, estando essa lagoa localizada fora das Bacias Metropolitanas. Assim sendo, foi esta tratada como uma disponibilidade de importação.

No horizonte atual a demanda do Porto do Pecém, que utiliza água do açude Sítios Novos, ainda é pequena em comparação com a capacidade de perenização do referido açude. Portanto, parte dessa perenização chega a unidade de balanço da sede municipal de São Gonçalo do Amarante. Desse modo, no horizonte atual, 22% da demanda humana concentrada é atendida pela perenização, 49% por poços e 30% pela adutora da lagoa das Cobras; não existem falhas nesse atendimento. Já no horizonte 2010 a perenização do Sítios Novos deixa de chegar até São Gonçalo do Amarante e a adução da Lagoa das Cobras passa a atender 30% da demanda, ficando os outros 70% atendidos por poços. Neste horizonte existem um déficit médio de 58%. No horizonte 2020 a demanda supera ainda mais a capacidade conjunta de atendimento dos poços e da importação da lagoa das Cobras, nessa situação ocorre um déficit médio de 72% da demanda.

O distrito Croatá é atendido por poços e pelo açude Correia. Ocorre falha no atendimento dessa demanda em 3% do tempo no cenário atual, 14% em 2010 e 26% em 2020. Os déficits são, em média, iguais a 1,4% da demanda atual, 10% em 2010 e 20% em 2020. Além disso, os déficits máximos são muito elevados e provocados pela ineficiência do açude.

A demanda humana difusa da unidade de balanço que contém as praias do Pecém e Taíba é atendida através de uma adutora da lagoa do Pecém. O balanço identificou uma baixa capacidade da lagoa em atender a demanda do distrito que apresenta déficits médios maiores que 90% da demanda em 2020.

No distrito Siupé ocorrem déficits médios de 32% da demanda atual e 48% em 2020. O atendimento desse distrito se dá pela disponibilidade de poços e lagoas.

Já o distrito Umarituba apresenta uma satisfação plena de 99% da sua demanda no horizonte atual a partir principalmente da perenização do açude Sítios Novos. A partir de 2010 o déficit médio passa para 98% da demanda devido ao comprometimento da perenização do Sítios Novos com as demandas do Complexo Portuário do Pecém.

A demanda humana rural em São Gonçalo do Amarante apresenta alguma falha em 100% do tempo para todos os horizontes simulados, porém a falha média é muito pequena e igual a 0,43% da demanda atual, 1,1% em 2010 e 1,6% em 2020. Um total de 96% do atendimento dessa demanda é feito por poços e 3% pela Açudagem interanual.

A demanda Animal Rural em São Gonçalo do Amarante apresenta alguma falha em 22% do tempo no horizonte atual e 2010 e 23% do tempo em 2020. A falha média é pequena e igual a

0,7% da demanda atual, 2010 e 2020. As fontes de atendimento dessa demanda são o deflúvio, responsável por cerca de 76% do atendimento, os poços, com 13% do atendimento e a açudagem anual com 11% do atendimento.

A demanda industrial na sede do Município de São Gonçalo do Amarante só é atendida no horizonte atual, quando a perenização do Sítios Novos ainda não está completamente comprometida com o complexo do porto do Pecém, ainda assim apresentando um déficit médio de 0,8% e uma frequência de déficit de 1%. A partir do horizonte 2010 o déficit é total.

No horizonte atual a demanda industrial do Complexo Portuário do Pecém apresenta uma pequena falha no atendimento, que se manifesta com uma frequência de 1% do tempo e com uma intensidade de no máximo 7%. Nos horizontes futuros as falhas aumentam consideravelmente devido a incapacidade do açude Sítios Novos em atender a crescente demanda do Complexo Industrial. Nestes horizontes os déficits médios são de 22% em 2010 e 40% em 2020.

11. MICRO-ÁREAS POTENCIALMENTE ESTRATÉGICAS

11.1 Considerações Gerais

Na versão definitiva deste relatório, a ser ainda apresentada, as **micro-áreas estratégicas** serão definidas, caracterizadas e classificadas em função da possibilidade de atendimento às **áreas críticas** de abastecimento de água da RMF, considerando as condições normais de desenvolvimento e expansão do sistema integrado de fornecimento de água da região, assim como as condições emergenciais decorrentes de eventuais colapsos do sistema de abastecimento de água. Conseqüentemente, de acordo com o que foi proposto neste trabalho, a especificação das micro-áreas estratégicas deverá envolver a caracterização dos sistemas hidrogeológicos da região, com suas respectivas capacidades de produção de água, em quantidade e qualidade, e a identificação das áreas críticas de abastecimento, em condições normais e emergenciais. Isso deverá ser feito, em caráter definitivo, com a aplicação da metodologia especificada no Capítulo 5, após a obtenção e o tratamento de todas as informações necessárias ao desenvolvimento da metodologia de análise. No entanto, mesmo que ainda não se tenha toda a informação necessária para a identificação definitiva das micro-áreas, torna-se conveniente fazer uma avaliação preliminar das áreas potencialmente estratégicas, de modo a viabilizar a coleta de novos dados e permitir, assim, a aplicação da metodologia para a sua avaliação final.

Assim sendo, na versão atual deste relatório, as micro-áreas potencialmente estratégicas serão enfocadas, de uma maneira preliminar, sob dois ângulos distintos: primeiro, sob o aspecto de áreas que podem ser utilizadas para a exploração de águas subterrâneas através de poços criteriosamente locados e com projeto técnico-constructivo, operados em momentos críticos de escassez de água do sistema de abastecimento da RMF; e, segundo, com relação às áreas com problemas pertinentes à poluição/contaminação e que, no primeiro momento, necessitam de monitoramento qualitativo para posteriores ações de remediação do sistema aquífero e/ou propostas técnicas de monitoramento hidroquímico intensivo.

Para definição preliminar destas micro-áreas potencialmente estratégicas, foram estabelecidos critérios técnicos que norteiam a definição do espaço físico, baseando, entre outros, nos aspectos geológicos, hidrogeológicos, uso e ocupação do meio físico, e na necessidade e uso da água. Os aspectos pertinentes aos dados de poços, levantados pela etapa anterior do projeto (Cadastro de Poços), possibilitam o entendimento sobre a profundidade de existência da água (nível estático), sobre a vazão dos poços e a qualidade da água, e sobre os Sólidos Totais Dissolvidos (STD), parâmetros estes que são importantes para a definição preliminar das áreas e que, associados ao conhecimento de campo das características hidrogeológicas, fundamentam a escolha preliminar das micro-áreas potencialmente estratégicas. A definição efetiva das respectivas áreas (número, localização e características técnicas) somente será possível após o desenvolvimento das etapas pertinentes à caracterização hidroquímica e aos testes de produtividade dos poços e de obtenção dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos (Testes de Aquíferos).

11.2 Identificação Preliminar das Micro-Áreas Potencialmente Estratégicas

A análise dos dados do cadastro dos poços da área de abrangência da Região Metropolitana de Fortaleza, possibilitou, de maneira preliminar, a identificação de 32 micro-áreas com potencialidades em recursos hídricos subterrâneos, ou com necessidade de água ou com problemas maiores de qualidade das águas. A localização geral destas 32 micro-áreas, distribuídas pelos municípios da RMF, está representada integralmente no DESENHO DE-008. Com o aprofundamento dos estudos, através dos testes de produção e aquíferos, que estão previstos para áreas que não dispõem de dados maiores sobre vazão de poços e parâmetros hidrodinâmicos, será possível uma quantificação das reais potencialidades das mesmas.

A seguir procede-se à caracterização preliminar, por município da RMF, das micro-área consideradas potencialmente estratégicas.

11.2.1 Município de Aquiraz

Em aquiraz identificam-se 04 micro-áreas potencialmente estratégicas, cuja caracterização preliminar apresenta os dados descritos a seguir.

Área I – Localiza-se na porção SW do município (Figura 11.1) com uma área de 2,73 km² onde pode-se destacar 02 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h, com máximo de 10,0 m³/h que captam águas dos Sistemas Barreiras e Cristalino (fissural). O nível estático denota um aquífero raso, cujas profundidades de nível da água oscilam de 3,0 a 15,0 metros. A profundidade dos poços oscila entre 40,0 e 80,0 metros. Em campo, as medidas de condutividade elétrica denotam um STD predominantemente inferior a 500 mg/L. Ressalta-se que, dos trabalhos de campo desenvolvidos pelo Cadastro de Poços, obteve-se informações de vazões informadas que atingem até 20,0 m³/h.

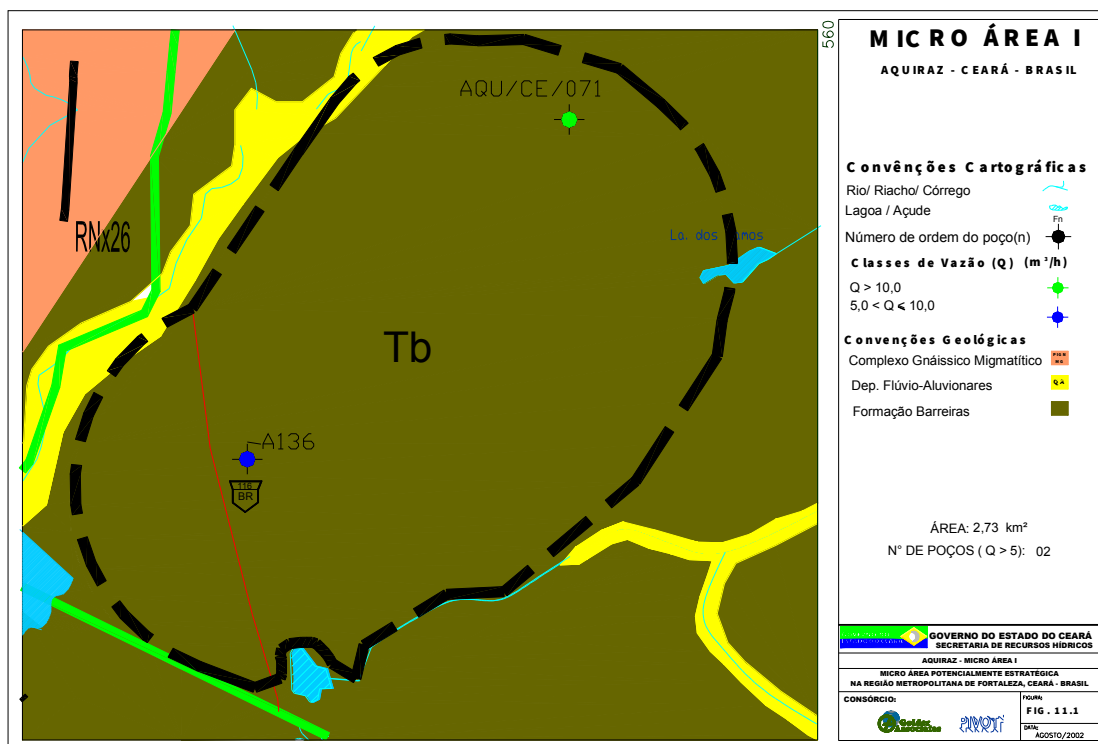


FIGURA 11.1 - Micro-área I do município de Aquiraz.

Área II – Localiza-se na porção oeste do município (Figura 11.2) com uma área de 1,46 km² com 03 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h, máxima de 5,5 m³/h, que também captam águas dos Sistemas Barreiras e Cristalino (fissural). O nível estático, nos dados obtidos, oscila de 9,0 a 26,5 metros. A profundidade dos poços varia entre 15,0 a 79,0 metros, captando águas cujo STD é predominantemente inferior a 400 mg/L.

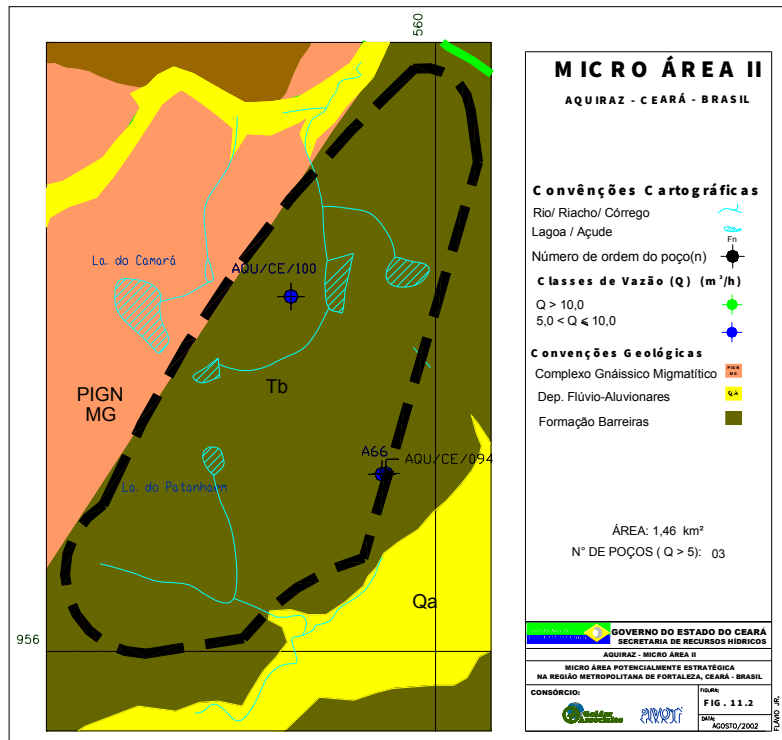


FIGURA 11.2 - Micro-área II do município de Aquiraz.

Área III – Localiza-se na faixa litorânea, entre a foz do rio Pacoti e a localidade Prainha (Figura 11.3), com área de 1,92 km² com 16 poços tubulares profundos (profundidades oscilando de 7,0 a 63,0 metros) com vazões acima de 5,0 m³/h, chegando a 30 m³/h, que captam águas dos Sistemas Dunas/ Paleodunas e Barreiras de excelentes concentrações de STD, todas inferiores a 400 mg/l.

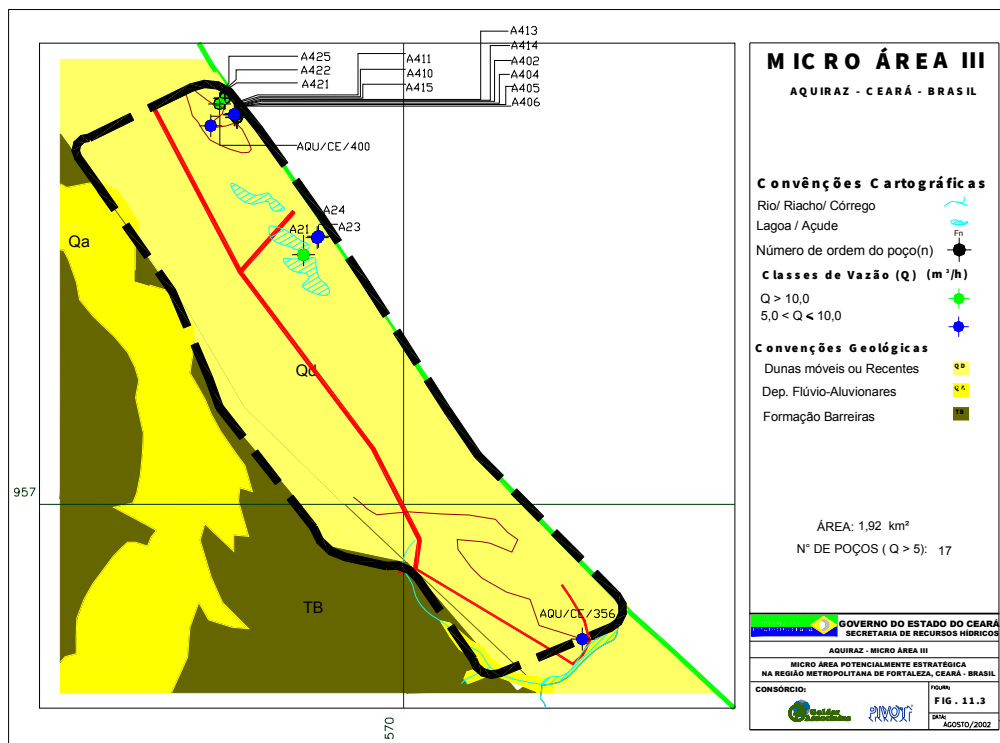


FIGURA 11.3 - Micro-área III do município de Aquiraz.

Área IV – Localiza-se na porção centro-oeste do município (Figura 11.4) abrangendo uma área de 4,40 km² onde destaca-se 06 poços tubulares profundos, cujas profundidades oscilam de 6,0 a 65,0 metros, com vazões acima de 4,3 m³/h, máxima de 7,0 m³/h, oriundas do Sistema Dunas/Paleodunas e Barreiras. As águas possuem um STD predominantemente inferior a 500 mg/L.

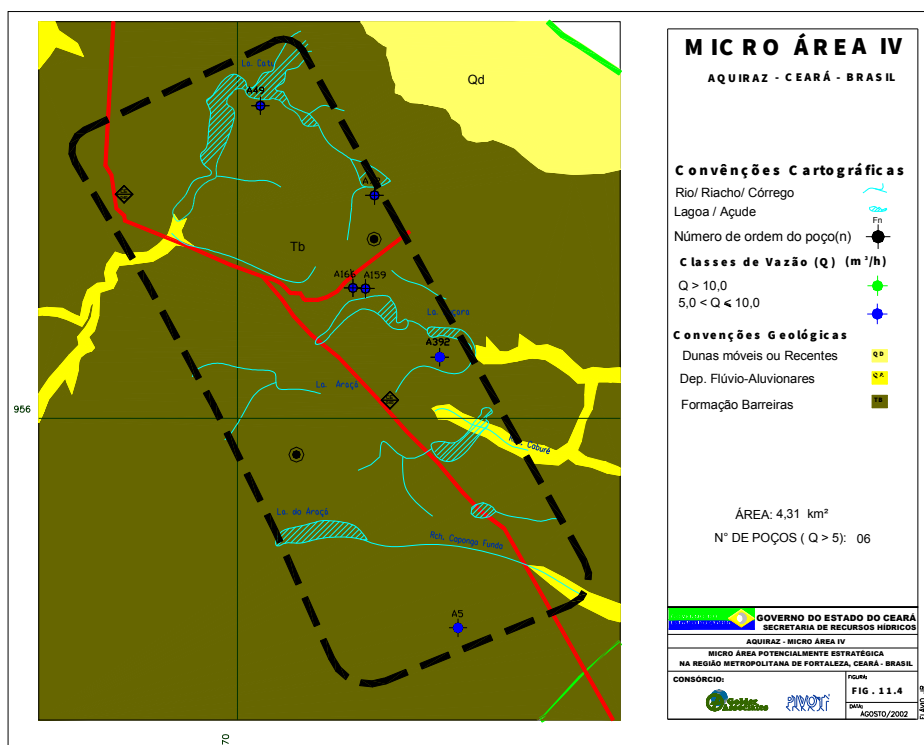


FIGURA 11.4 - Micro-área IV do município de Aquiraz.

11.2.2 Município de Caucaia

No município de Caucaia foram identificadas 05 micro-áreas com a seguinte caracterização:

Área I – Localiza-se no setor nordeste do município (Figuras 11.5 e 11.6) abrangendo uma área com 3,17 km² onde destacam-se 82 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h que captam água dos Sistemas Barreiras e/ou Cristalino (fissural).

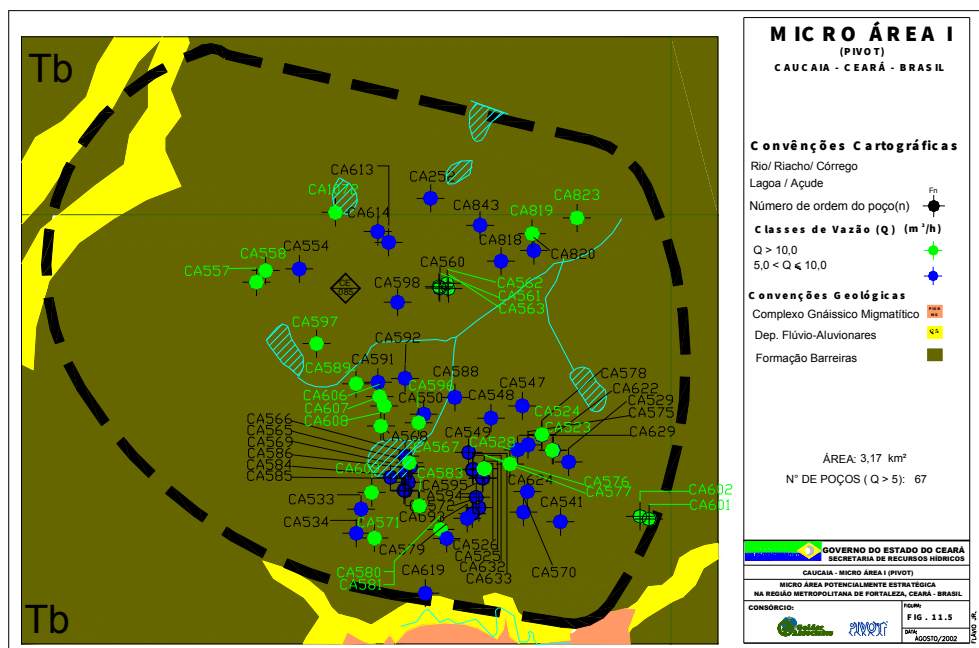


FIGURA 11.5 - Micro-área I do município de Caucaia (PIVOT).

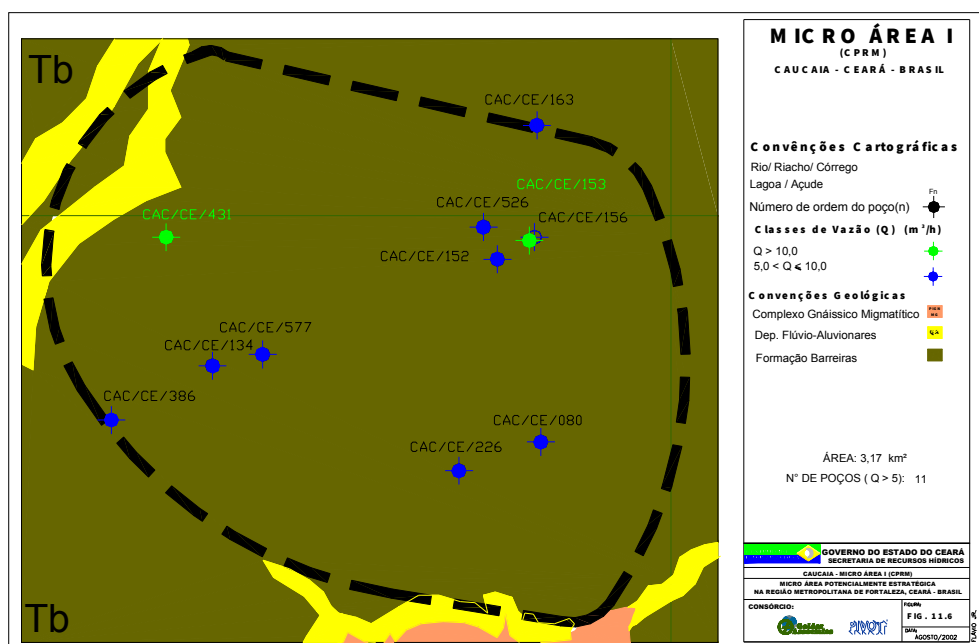


FIGURA 11.6 - Micro-área I do município de Caucaia (CPRM).

Área II – Localiza-se no setor oeste do município (Figura 11.7) abrangendo uma área com 7,97 km² onde destacam-se 07 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h que captam água do Sistema Cristalino (fissural).

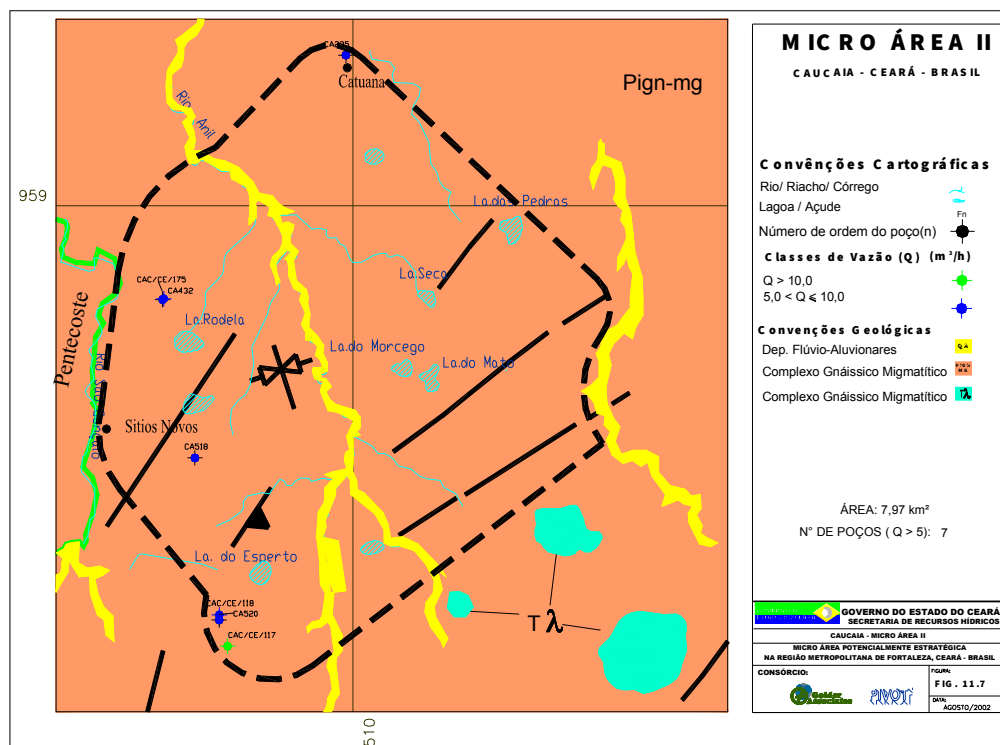


FIGURA 11.7 - Micro-área II do município de Caucaia.

Área III – Localiza-se no limite leste com o vizinho município de Fortaleza (Figura 11.8), ocupando uma área com 2,62 km² possuindo 20 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h que captam água dos Sistemas Barreiras e/ou Cristalino (fissural).

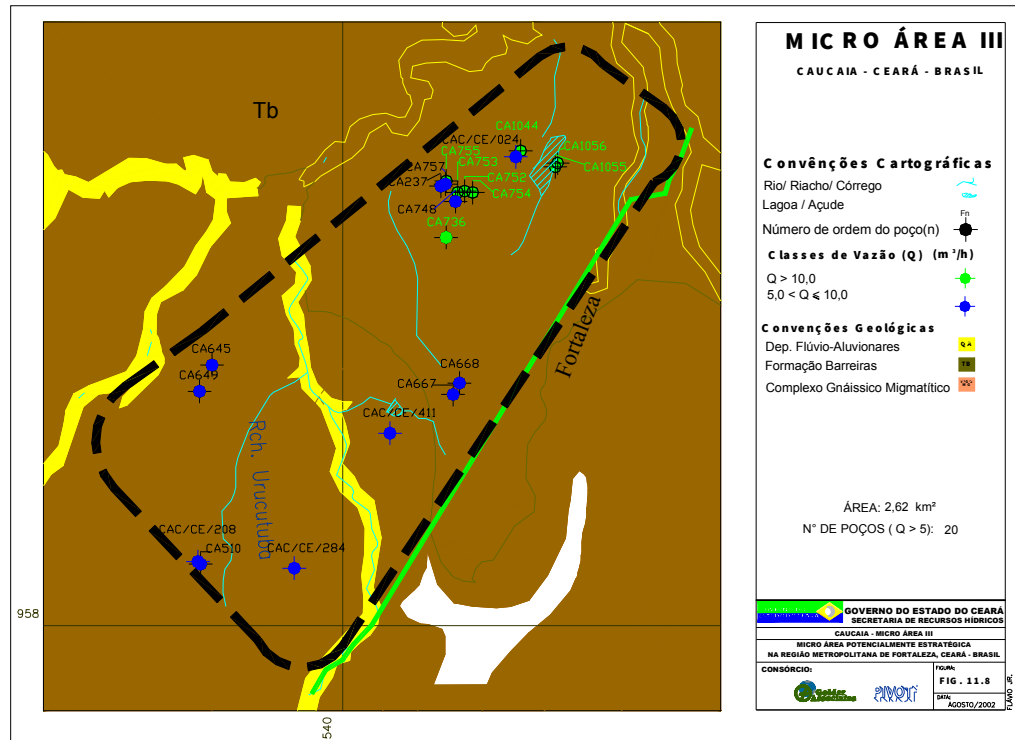


FIGURA 11.8 - Micro-área III do município de Caucaia.

Área IV – Localiza-se na faixa litorânea, setor leste (Figura 11.9), ocupando uma área de 0,89 km² destacando-se 07 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h que captam água dos Sistemas Dunas e/ou Barreiras.

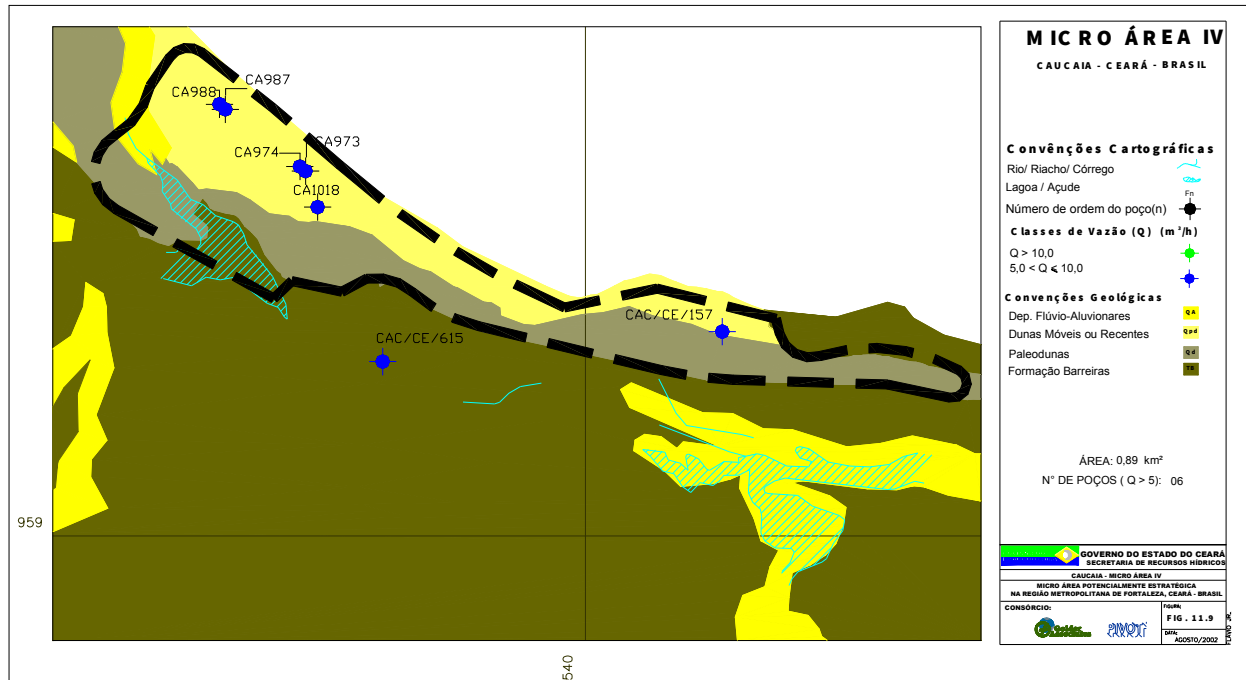


FIGURA 11.9 - Micro-área IV do município de Caucaia.

Área V – Localiza-se na faixa litorânea (Figura 11.10) ocupando uma área de 1,70 km² destacando-se uma bateria com 05 poços tubulares pertencentes a CAGECE que captam água do Sistema Dunas com vazões acima de 20,0 m³/h/poço.

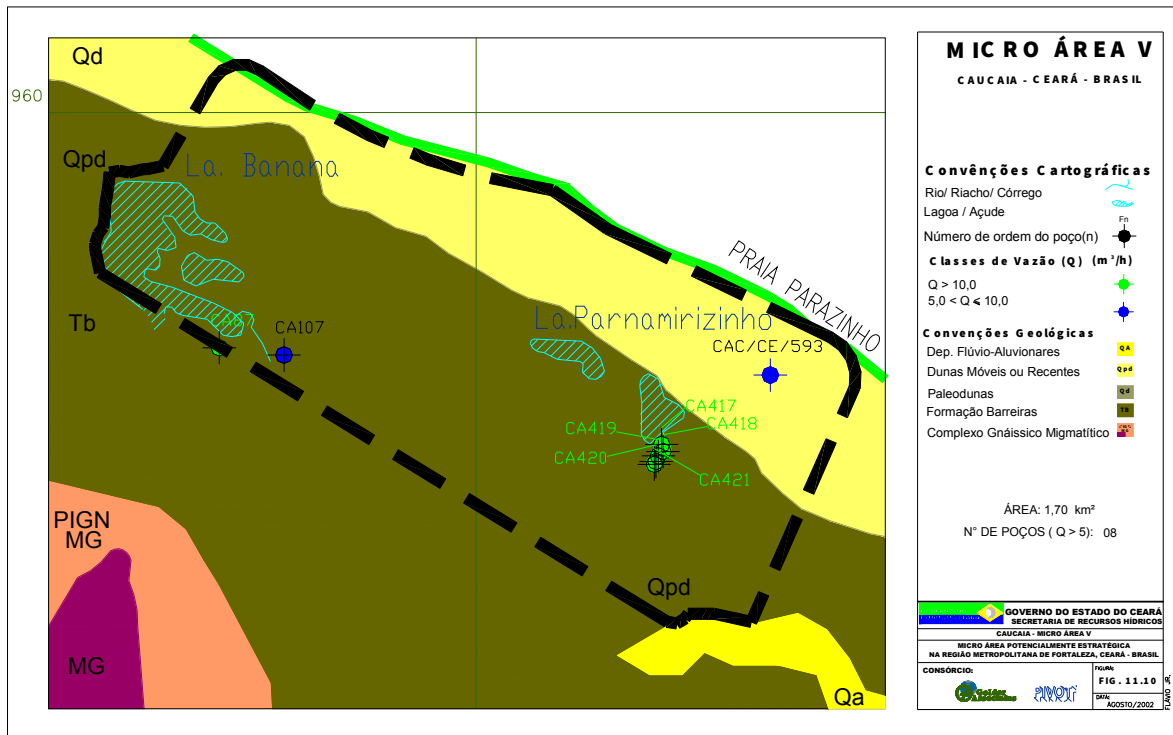


FIGURA 11.10 - Micro-área V do município de Caucaia.

11.2.3 Município de Chorozinho

Apenas uma área foi selecionada no município de Chorozinho, situando-se no setor noroeste do município (Figura 11.11) com 3,02 km² destacando-se 05 poços tubulares profundos com profundidades que atingem 76,0 metros construídos no Sistema Barreiras. O nível estático atinge até 17,0 metros e as águas possuem STD predominantemente superior a 400 mg/L.

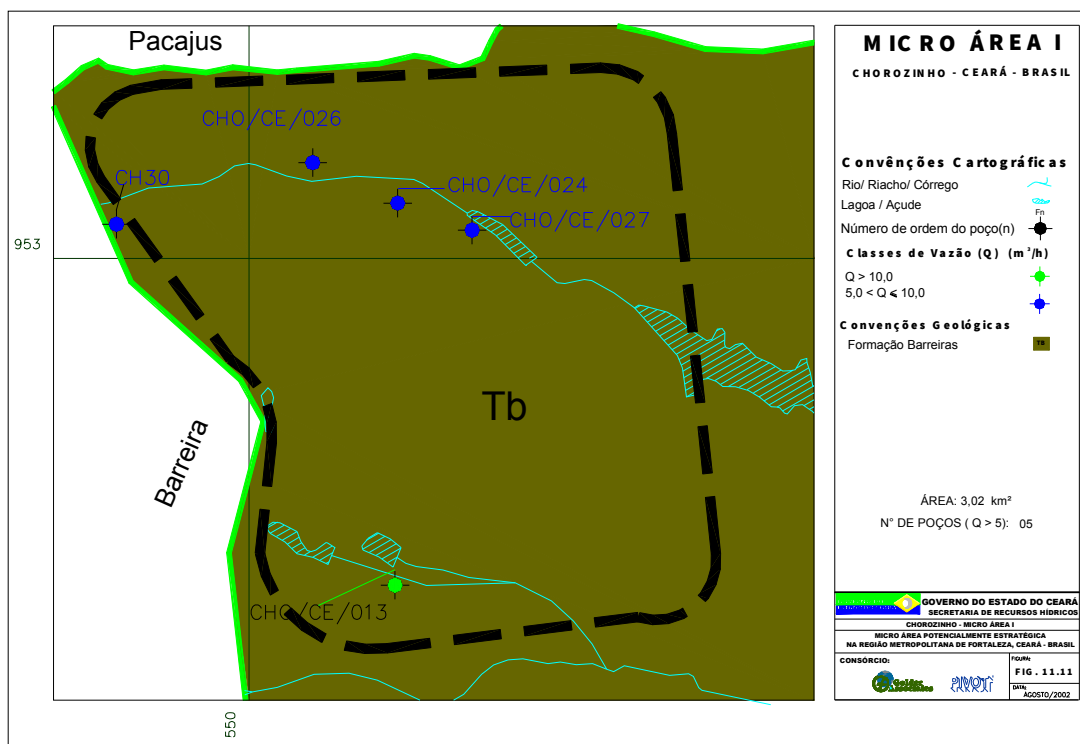


FIGURA 11.11 - Micro-área I do município de Chorozinho.

11.2.4 Município de Eusébio

No município do Eusébio também foi identificada apenas uma área situada no limite oeste (Figura 11.12) com o município de Fortaleza com 0,15 km² apresentando um poço com vazão acima de 5,0 m³/h que capta água do sistema cristalino (fissural). A profundidade dos poços da região oscila até 80,0 metros.

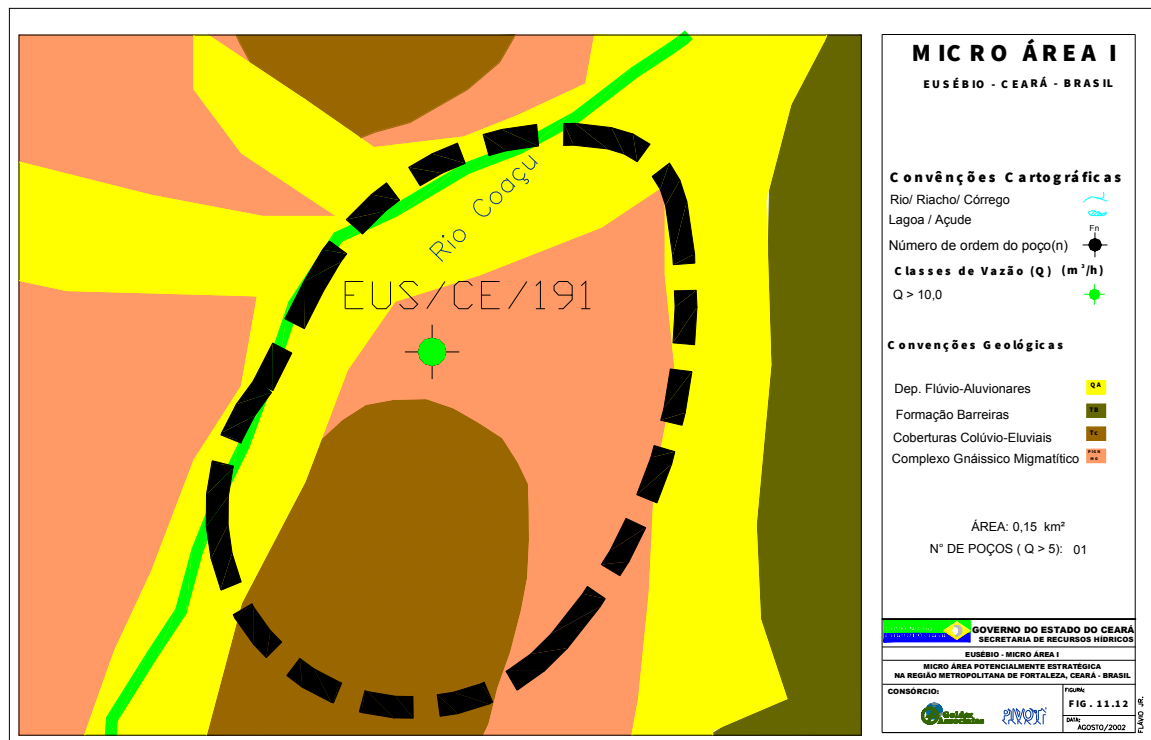


FIGURA 11.12 - Micro-área I do município de Eusébio.

11.2.5 Município de Fortaleza

No município de Fortaleza foram identificadas 08 micro-áreas com a seguinte caracterização preliminar:

Área I – Localiza-se no setor oeste do município (Figura 11.13) ocupando uma área de 0,11 km² possuindo com 10 poços tubulares profundos que captam água dos Sistemas Dunas/Paleodunas e/ou Barreiras. A profundidade dos poços oscila entre 20,0 a 102,0 metros. O nível estático atinge até 13,0 metros e as vazões dos poços atingem até 22,6 m³/h. O STD é, predominantemente, inferior a 400 mg/L.

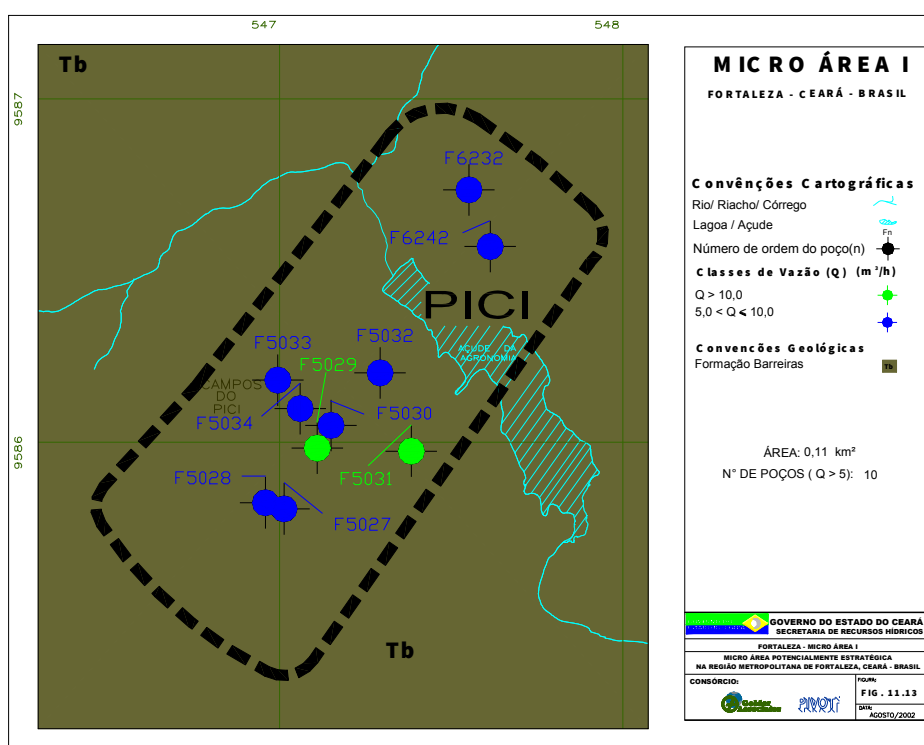


FIGURA 11.13 - Micro-área I do município de Fortaleza.

Área III – Localiza-se na porção nordeste do município, próxima a margem esquerda do rio Cocó (Figura 11.15), ocupando uma área de 0,91km². Constitui-se em uma área de expansão imobiliária onde foram identificados 85 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h, alcançando um máximo de 52,8 m³/h. Encontra-se também, aí implantada, uma bateria de poços pertencentes à CAGECE que foi utilizada outrora como reforço ao sistema de abastecimento da região estando, entretanto, parcialmente desativada. Os poços alcançam profundidades de até 80,0 metros e as águas captadas possuem STD predominantemente inferior a 500 mg/L.

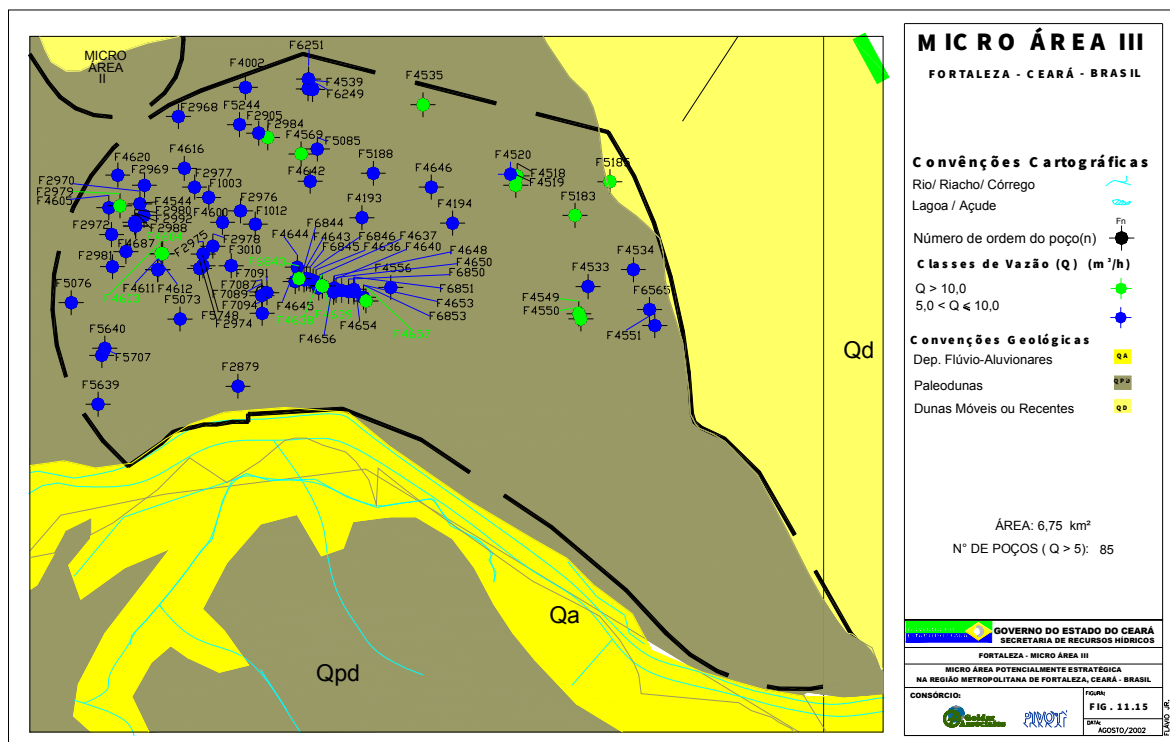


FIGURA 11.15 - Micro-área III do município de Fortaleza.

Área IV – Localiza-se na zona Litorânea nordeste do município, praia do futuro (Figura 11.16) ocupando uma área de 0,17 km². Na década de 90, durante um longo período de seca que ameaçou o sistema de abastecimento de água, a CAGECE implantou 03 baterias de poços tubulares rasos, que captavam água do sistema Dunas, com os poços distribuídos paralelos à linha de costa, apresentando vazões em torno de 10 m³/h. Atualmente apenas uma destas baterias está preservada estando entretanto desativada. No geral, os poços possuem profundidades inferiores a 30,0 metros, alcançando 60,0 metros, captando águas com STD inferior a 500 mg/L.

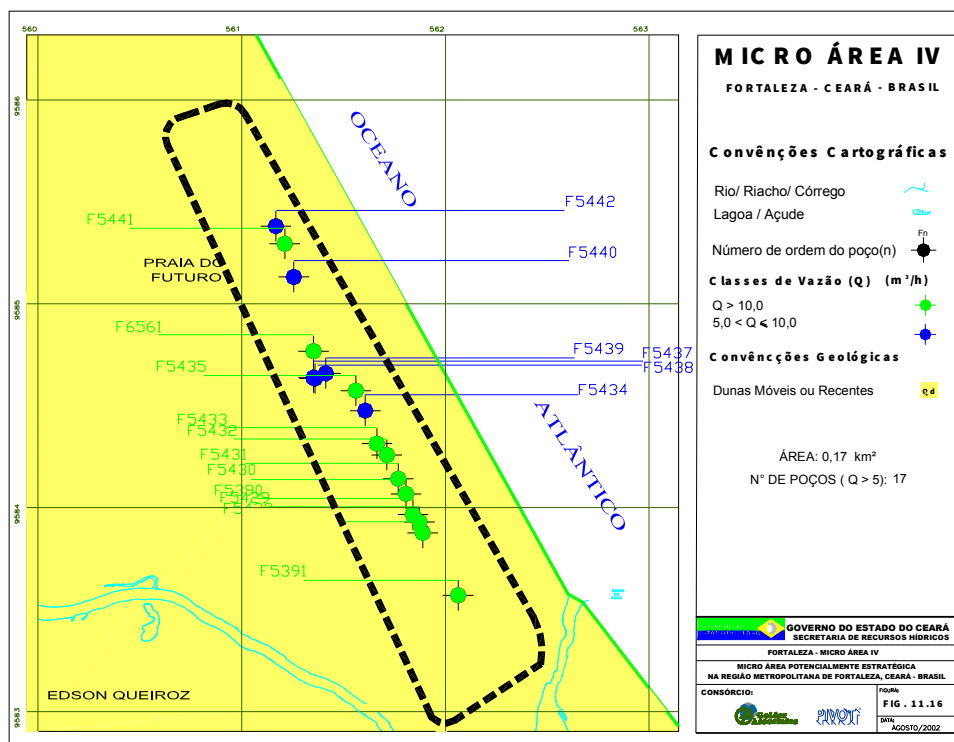


FIGURA 11.16 - Micro-área IV do município de Fortaleza.

Área V – Localiza-se na porção centro-sul do município (Figura 11.17) ocupando uma área de 0,26 km² com 05 poços tubulares profundos que atingem 90,0 metros de profundidade, com vazão acima de 5m³/h, chegando a 17,8 m³/h, construídos nos domínios do Sistema Cristalino (fissural). O STD é inferior a 500 mg/L.

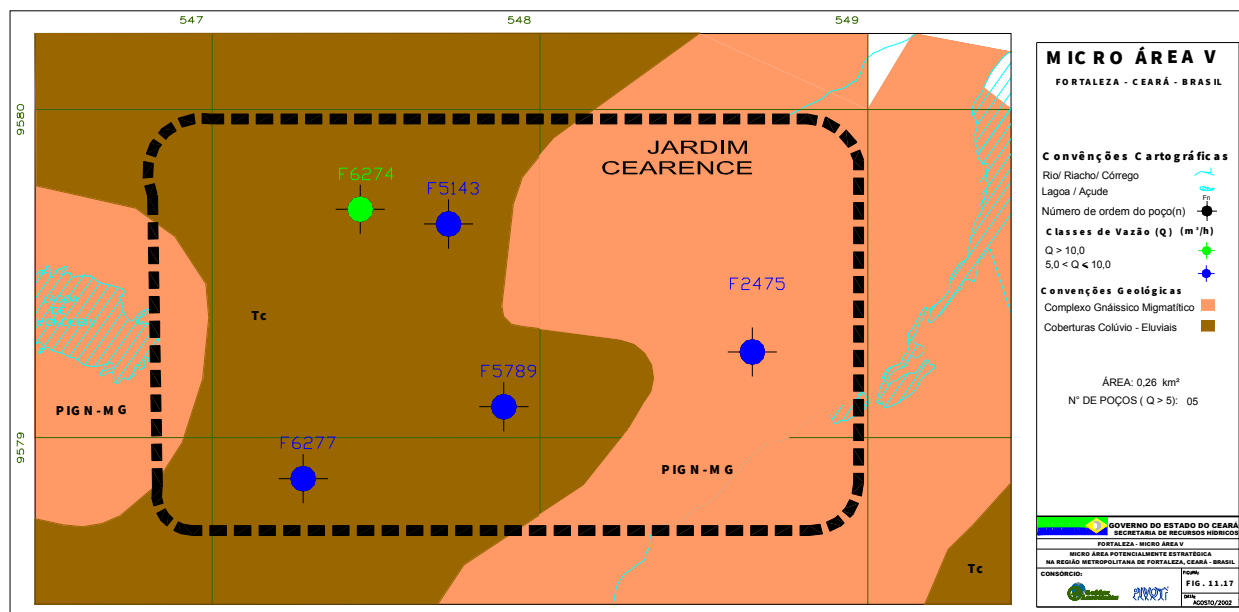


FIGURA 11.17 - Micro-área V do município de Fortaleza.

Área VI – Localiza-se na porção centro-sul do município (Figura 11.18) ocupando uma área de 0,17 km² com 07 poços tubulares profundos implantados nos domínios do Sistema Cristalino (fissural), com profundidades que chegam a 120,0 metros, com vazão que chega a 11,6 m³/h e STD inferior a 400 mg/L.

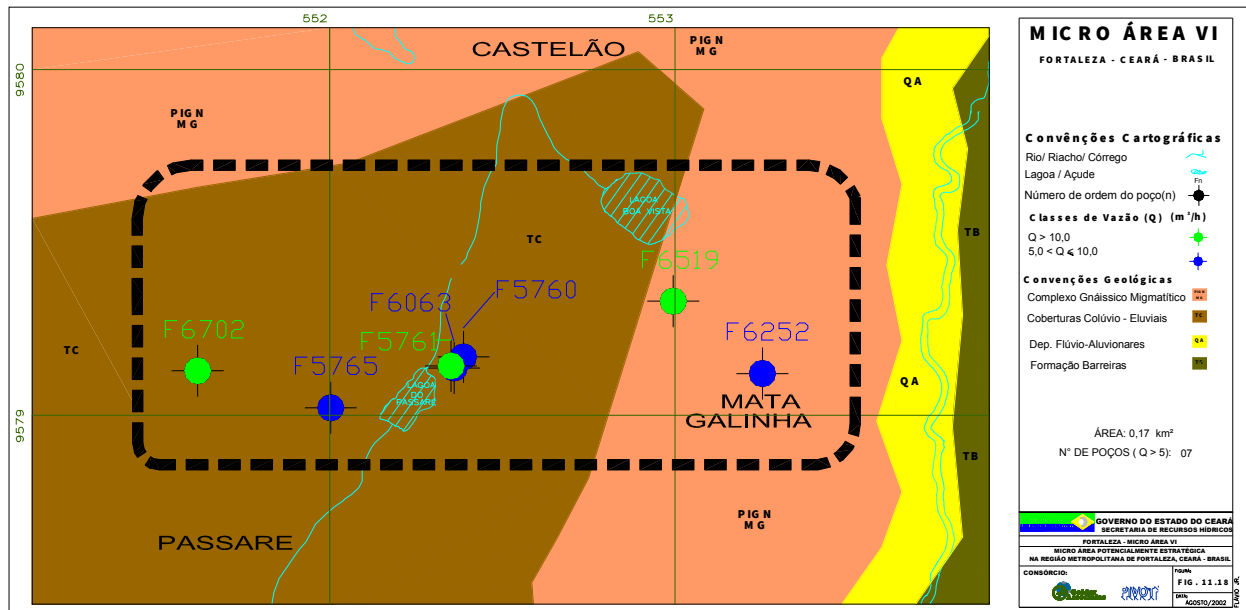


FIGURA 11.18 - Micro-área VI do município de Fortaleza.

Área VII – Localiza-se na porção oeste do município (Figura 11.19) ocupando uma área de 0,17 km² com 03 poços tubulares profundos, profundidade máxima de 80,0 metros, com vazões acima de 5m³/h, alcançando a 11,7 m³/h , que captam águas dos Sistemas Barreiras e/ou Cristalino (fissural), com STD inferior a 500 mg/L

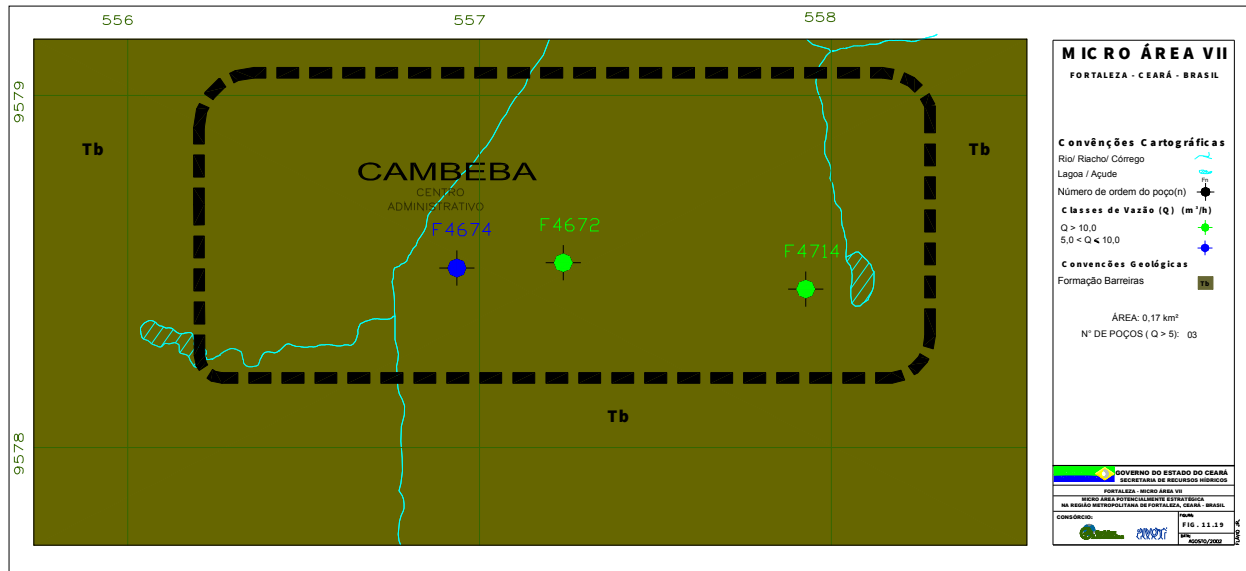


FIGURA 11.19 - Micro-área VII do município de Fortaleza.

Área VIII – Localiza-se na zona litorânea nordeste do município, entre a foz do rio Cocó e Pacoti (Figura 11.20). Ocupa uma área de 0,13 km² onde existe uma bateria de poços pertencentes à CAGECE que encontra-se desativada. A profundidade dos poços é, no geral, inferior a 30,0 metros, alcançando um máximo de 54,0 metros, com vazões que chegam a 13 m³/h. O nível estático é quase sempre inferior a 6,0 metros e as águas possuem STD inferior a 400 mg/L.

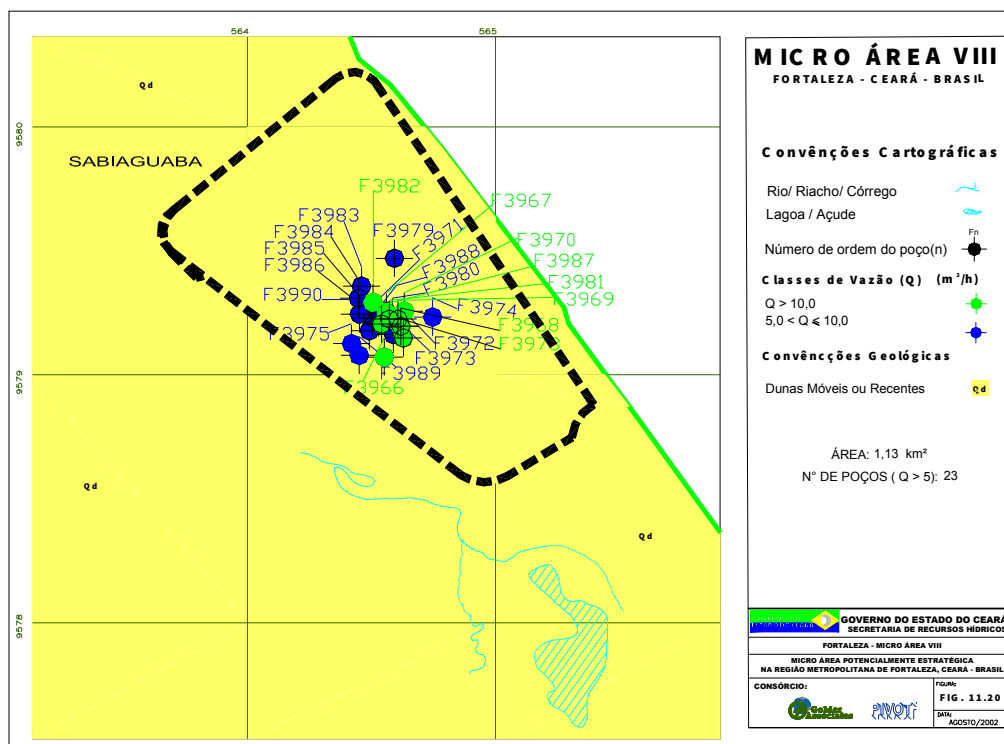


FIGURA 11.20 - Micro-área VIII do município de Fortaleza.

11.2.6 Município de Guaiuba

O município de Guaiuba mostra pouca aptidão em relação aos recursos hídricos subterrâneos: apenas uma área situada na região sul do município (Figura 11.21) foi escolhida, com área de 3,61 km² com somente um poço tubular profundo com vazão entre 1,0 e 3,0 m³/h. Nesta área, o critério técnico que prevaleceu foi a necessidade e uso da água.

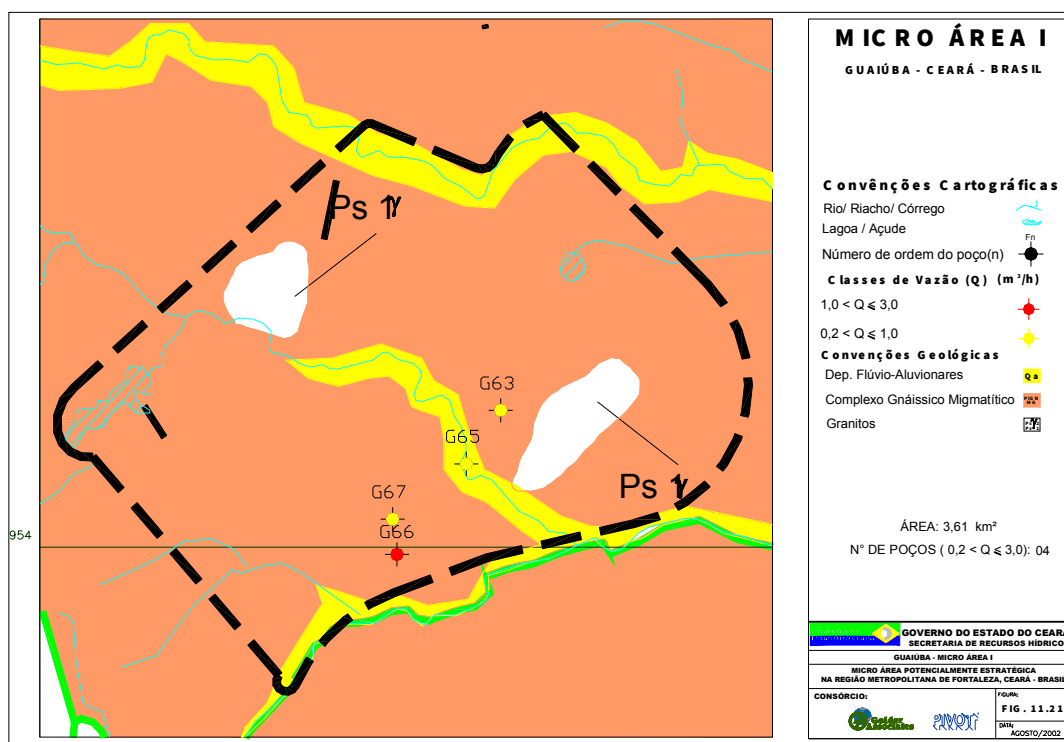


FIGURA 11.21 - Micro-área I do município de Guaiuba.

11.2.7 Município de Horizonte

No município de Horizonte apenas uma área foi selecionada ocupando a região central (Figura 11.22) com 6,78 km² apresentando 24 poços tubulares profundos com vazões acima de 5,0 m³/h, chegando a 15 m³/h, captando água do sistema Barreiras. Os poços possuem profundidades que alcançam 117,0 metros. O nível estático oscila predominantemente entre 20,0 a 35,0 metros, alcançando 52,0 metros. As águas apresentam STD predominantemente inferior a 500 mg/L.

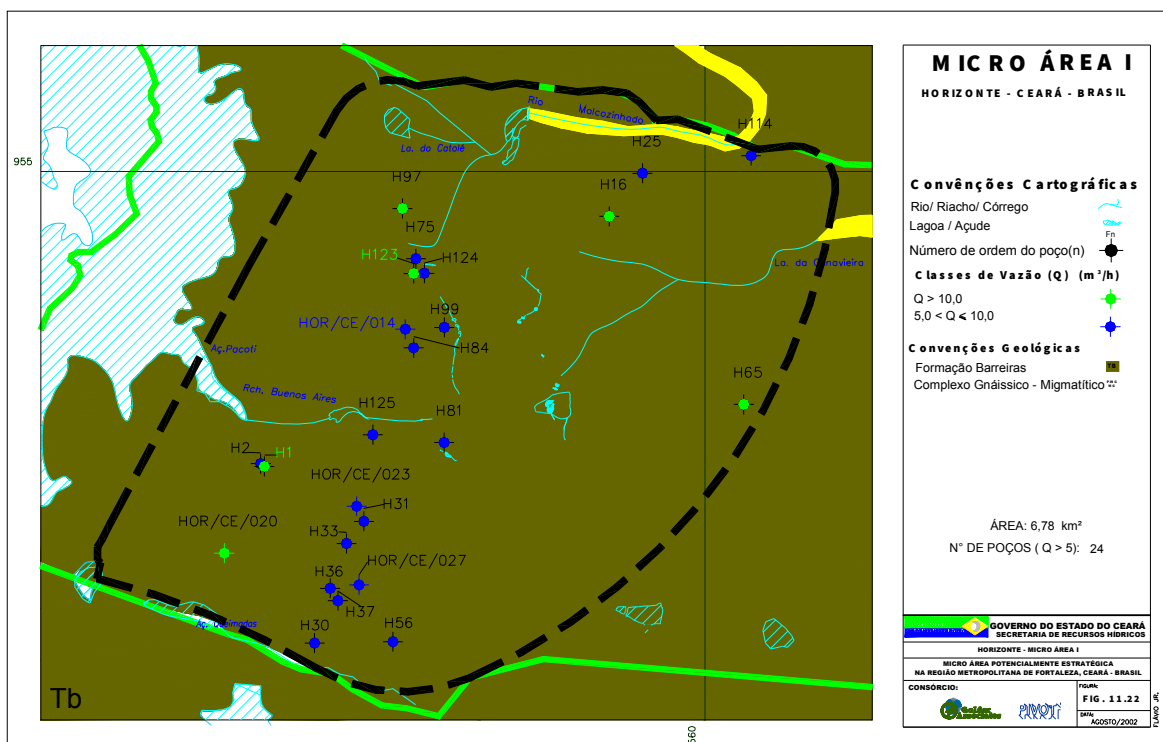


FIGURA 11.22 - Micro-área I do município de Horizonte.

11.2.8 Município de Itaitinga

No município de Itaitinga foi identificada uma área (Figura 11.23) com 0,93 km³ onde concentram-se 08 poços tubulares profundos com vazões acima de 5 m³/h captando água do aquífero cristalino (fissural).

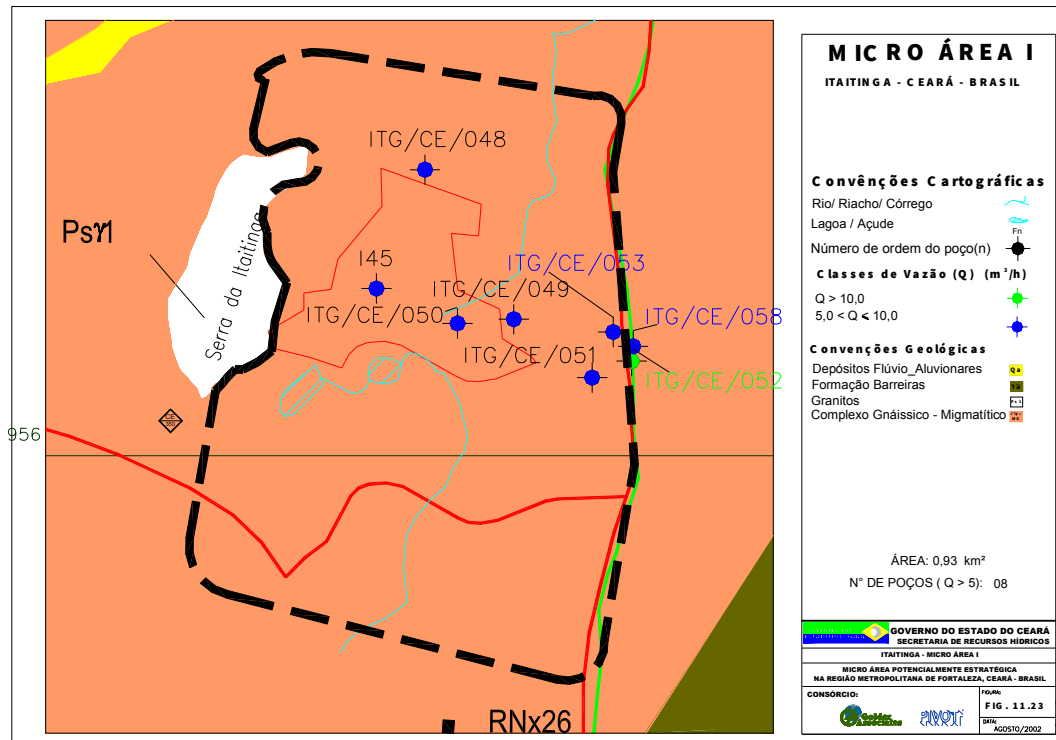


FIGURA 11.23 - Micro-área I do município de Itaitinga.

11.2.9 Município de Maracanaú

No município de Maracanaú foi identificada uma área com 1,94 km² situada na região norte (Figura 11.24) onde concentram-se 11 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h captando água do aquífero cristalino (fissural).

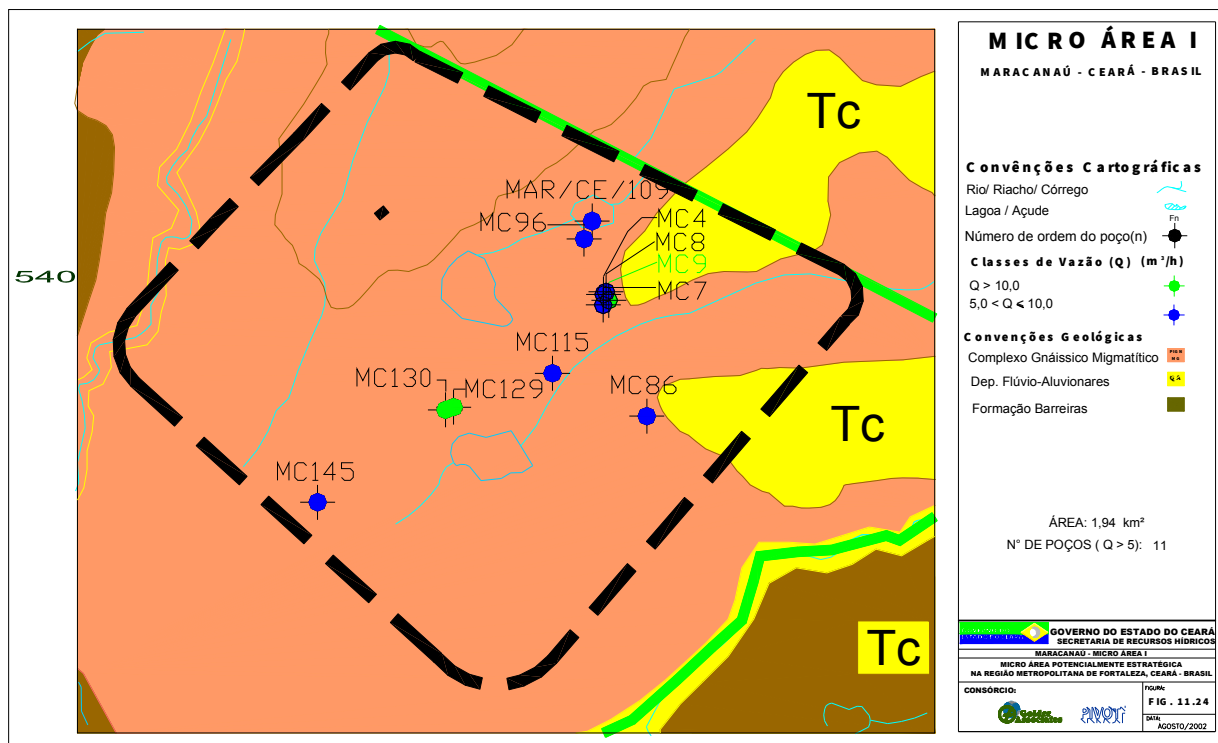


FIGURA 11.24 - Micro-área I do município de Maracanaú.

11.2.10 Município de Maranguape

O município de Maranguape está inserido totalmente nos domínios do complexo cristalino, onde foram identificadas 02 micro-áreas com a seguinte caracterização:

Área I – Localiza-se no extremo sudoeste do município (Figura 11.25) ocupando uma área de 1,69 km² onde concentram-se 03 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h captando água do aquífero cristalino (fissural).

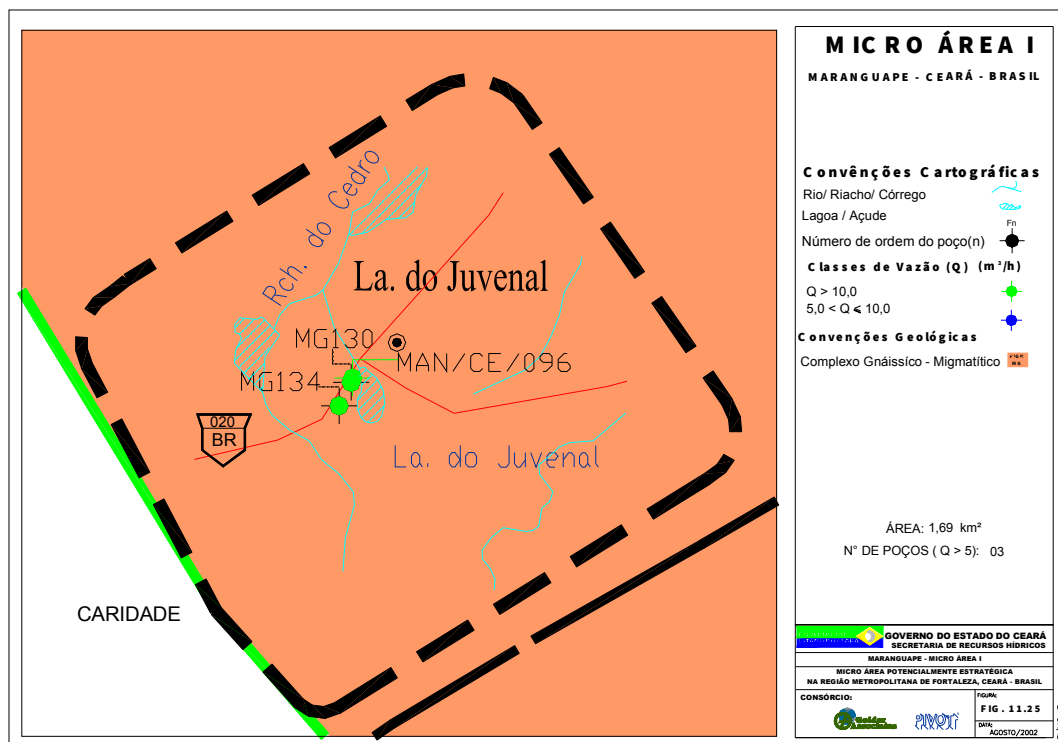


FIGURA 11.25 - Micro-área I do município de Maranguape.

Área II – Localiza-se no setor centro-oeste do município (Figura 11.26) ocupando uma área de 2,52 km² onde concentram-se 11 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h captando água do aquífero cristalino (fissural).

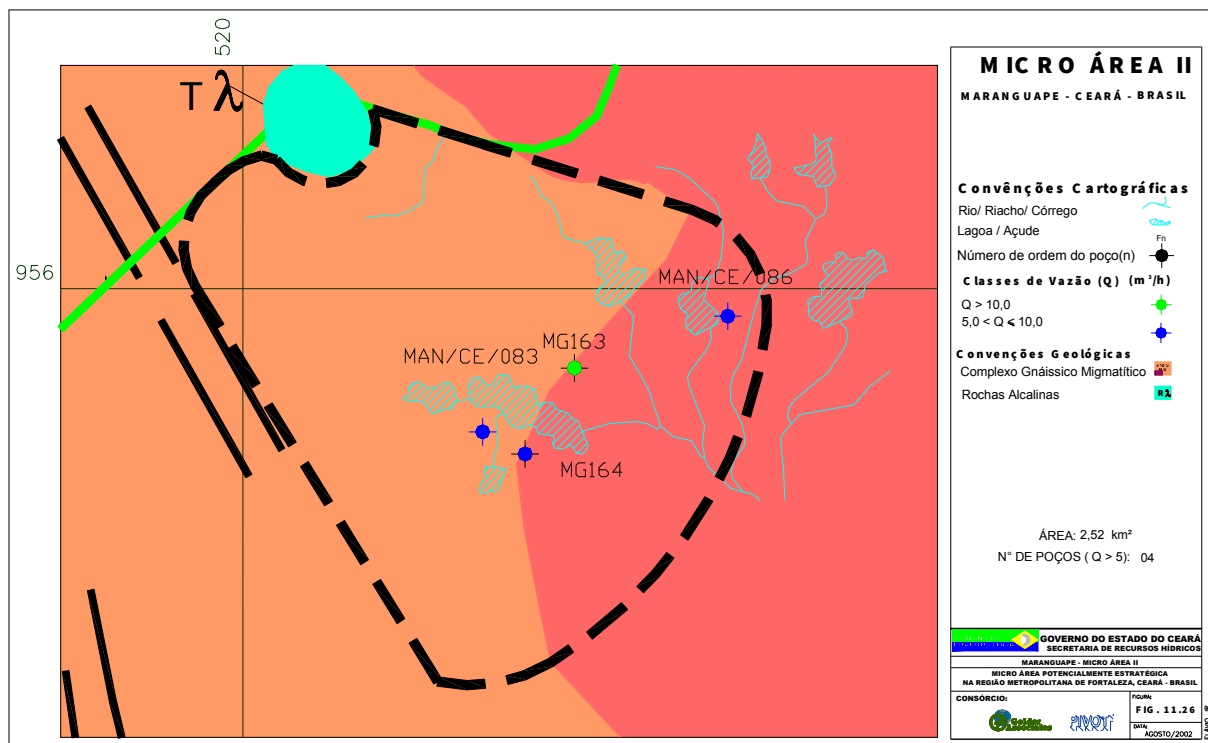


FIGURA 11.26 - Micro-área II do município de Maranguape.

11.2.11 Município de Pacajus

O município de Pacajus mostra sua área territorial totalmente ocupada pelos sedimentos do grupo Barreiras, onde foram identificadas duas micro-áreas com as seguintes características:

Área I – Localiza-se no extremo oeste do município (Figura 11.27) ocupando uma área de 5,4 km² onde concentram-se 17 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h, alcançando 18,0 m³/h. A profundidade dos poços oscila, no geral, entre 40,0 e 70,0 metros.

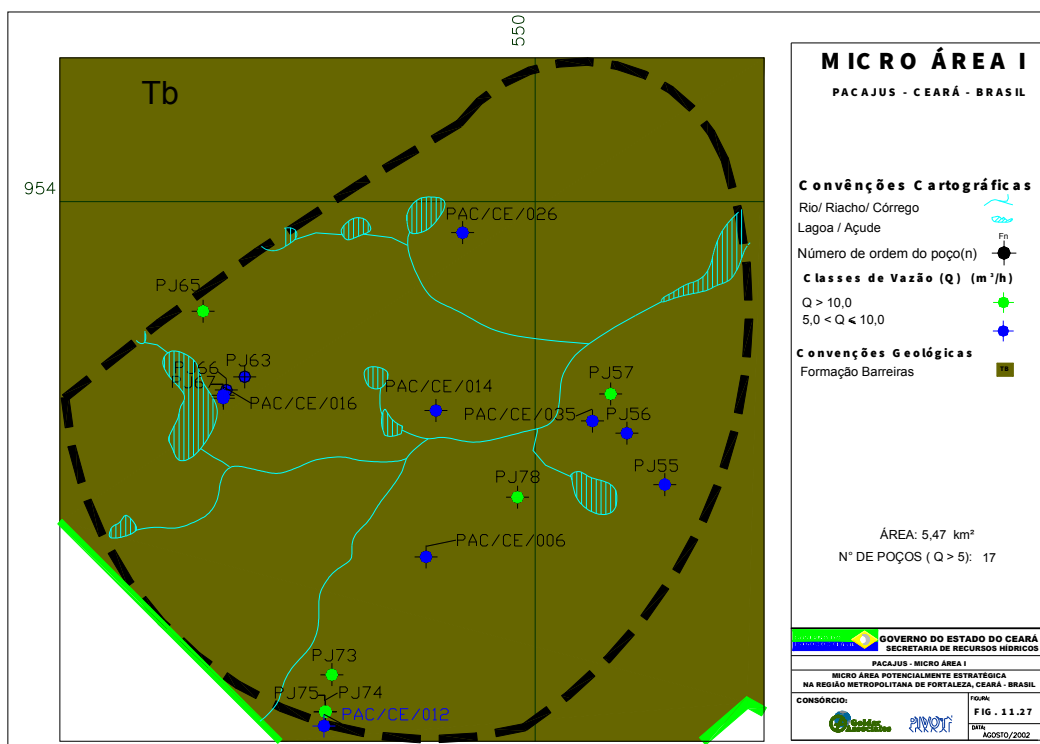


FIGURA 11.27 - Micro-área I do município de Pacajus.

Área II - Localiza-se na região central do município (Figura 11.28) ocupando uma área de 3,19 km² onde encontram-se 21 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h, chegando a 10,0 m³/h, captadas por poços com profundidades de até 84,0 metros. As águas possuem STD predominantemente inferior a 500 mg/L.

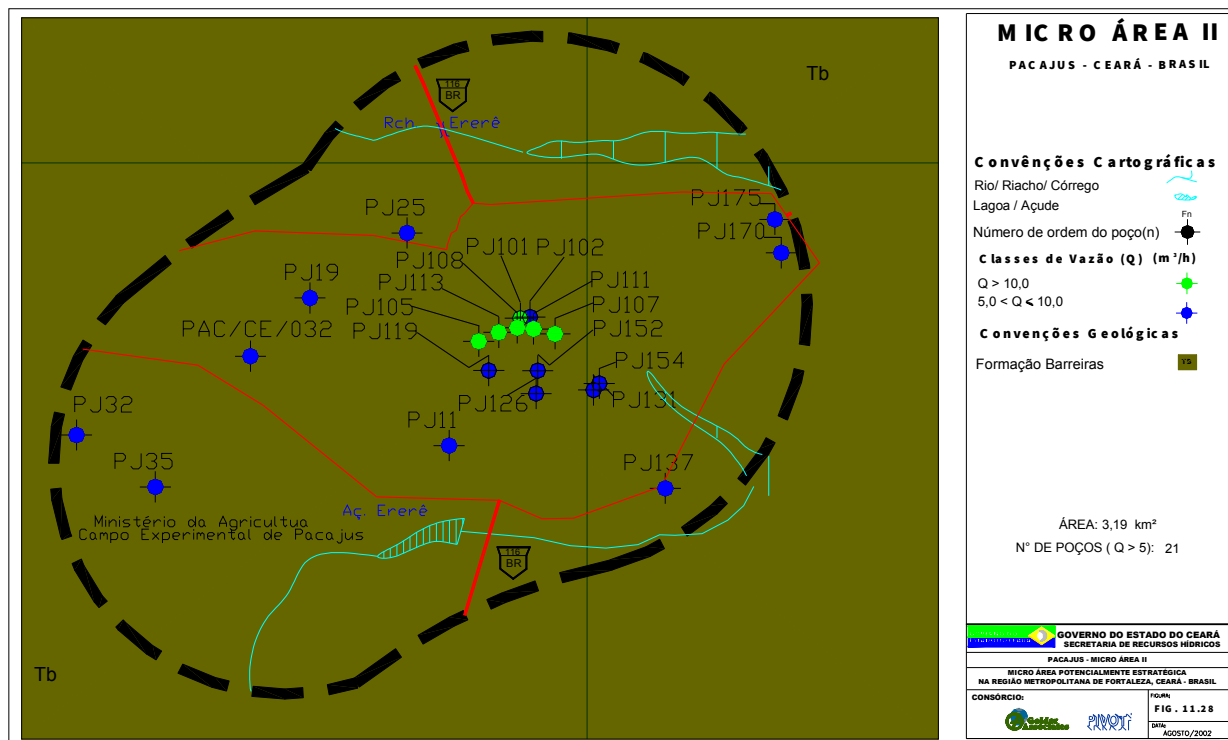


FIGURA 11.28 - Micro-área II do município de Pacajus.

11.2.12 Município de Pacatuba

O município de Pacatuba está totalmente inserido nos domínios do complexo cristalino onde foi identificada apenas uma micro-área situada no setor sul (Figura 11.29) e ocupando uma área de 2,50 km² onde concentram-se 06 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h.

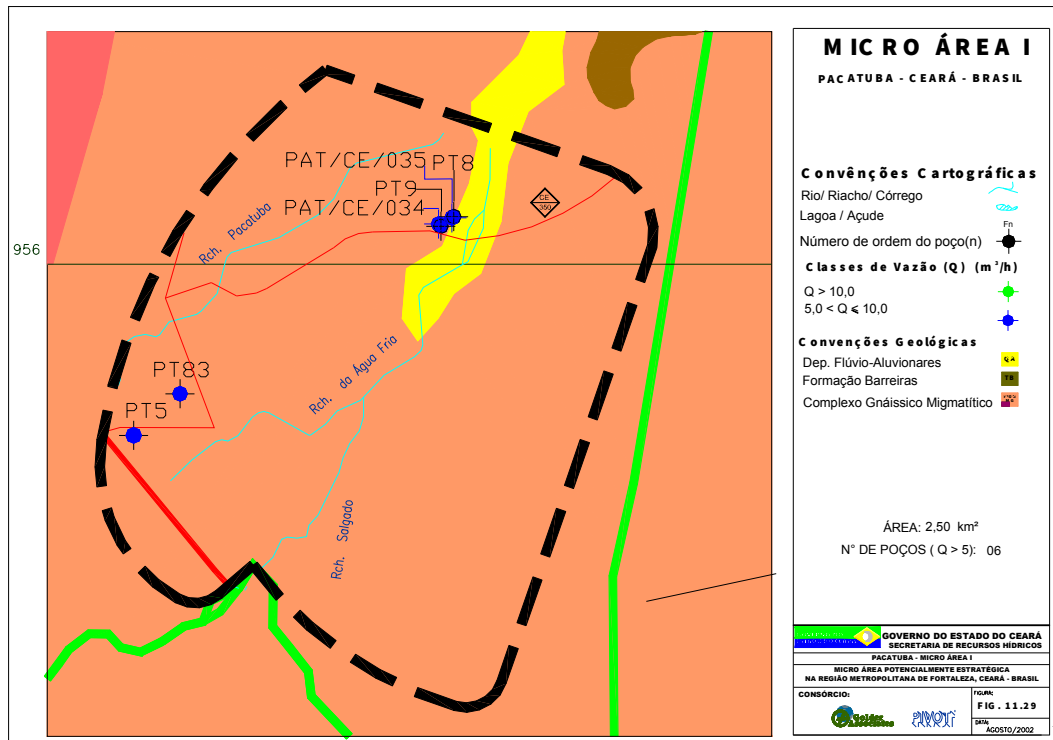


FIGURA 11.29 - Micro-área I do município de Pacatuba.

11.2.13 Município de São Gonçalo do Amarante

No município de São Gonçalo do Amarante foram identificadas 03 micro-áreas com a seguinte caracterização preliminar:

Área I – Ocupa praticamente toda zona costeira do município (Figura 11.30) com uma área de 7,35 km² onde foram selecionados poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h. Existe, ainda, uma bateria de poços tubulares pertencentes à CAGECE situada nas proximidades da Lagoa das Cobras que produz vazões entre 10 a 18 m³/h/poço, explotando o Sistema Dunas/Paleodunas.

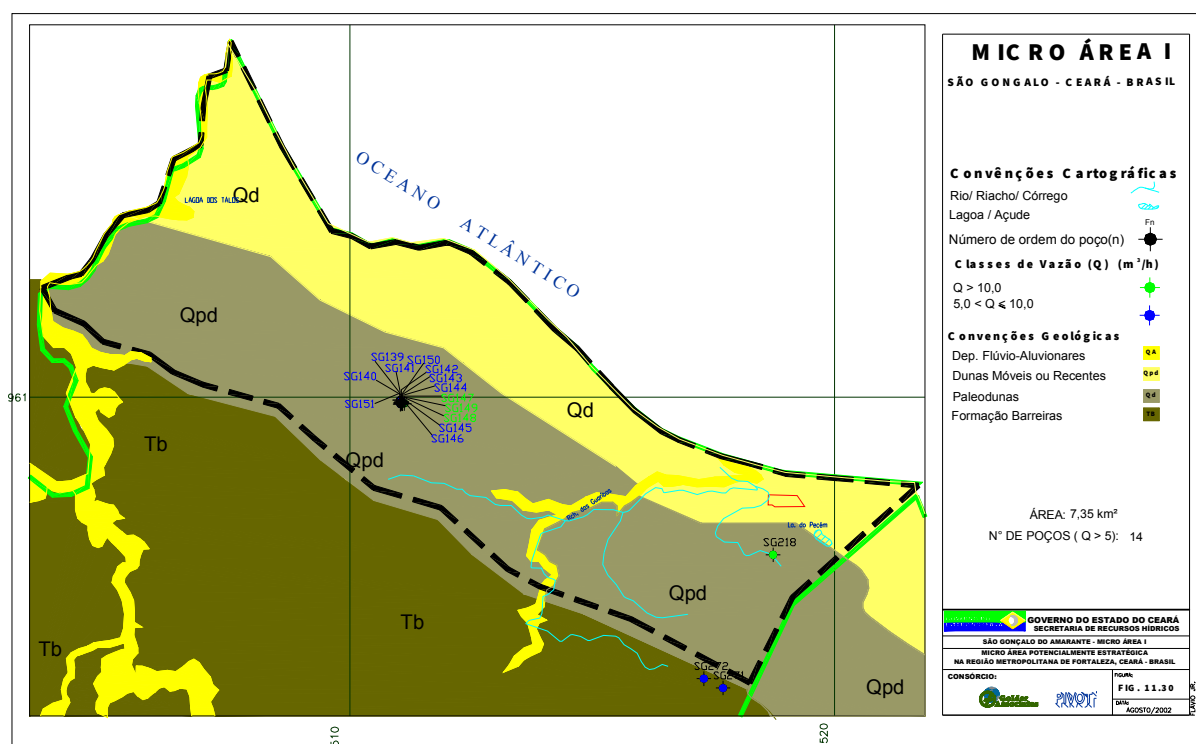


FIGURA 11.30 - Micro-área I do município de São Gonçalo do Amarante.

Área II – Localiza-se na região sul do município (Figura 11.31) ocupando uma área de 2,26 km² onde concentram-se 04 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h construídos no embasamento cristalino.

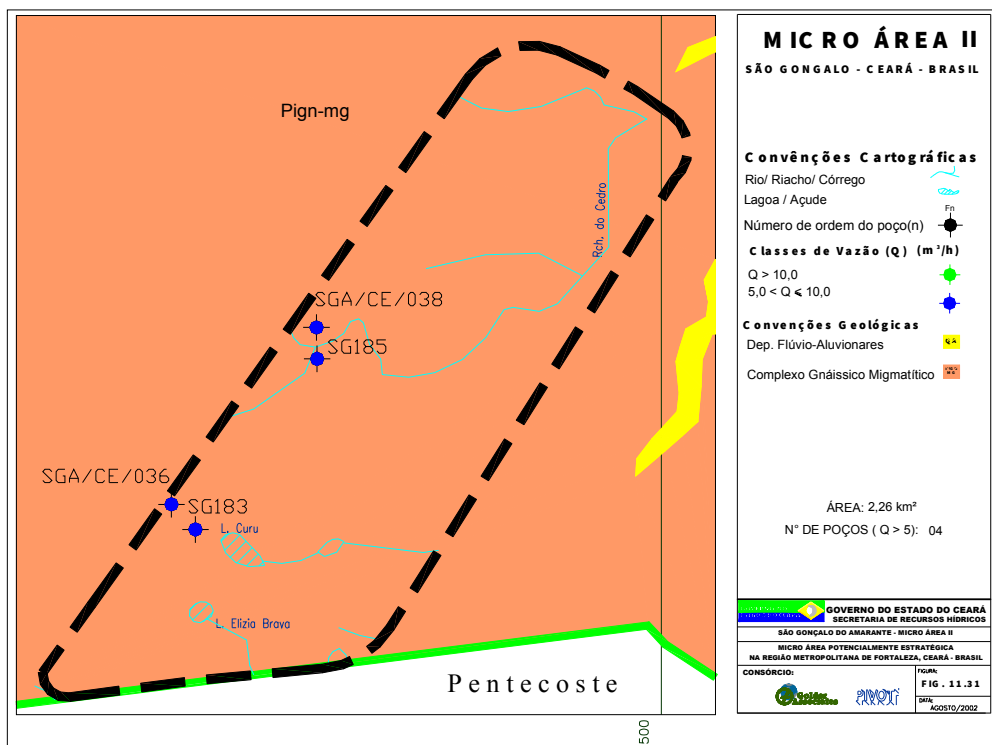


FIGURA 11.31 - Micro-área II do município de São Gonçalo do Amarante.

Área III – Localiza-se na região central do município (Figura 11.32) ocupando uma área de 3,42 km² onde concentram-se 04 poços tubulares profundos com vazões acima de 5m³/h construídos em rochas pertencentes ao embasamento cristalino.

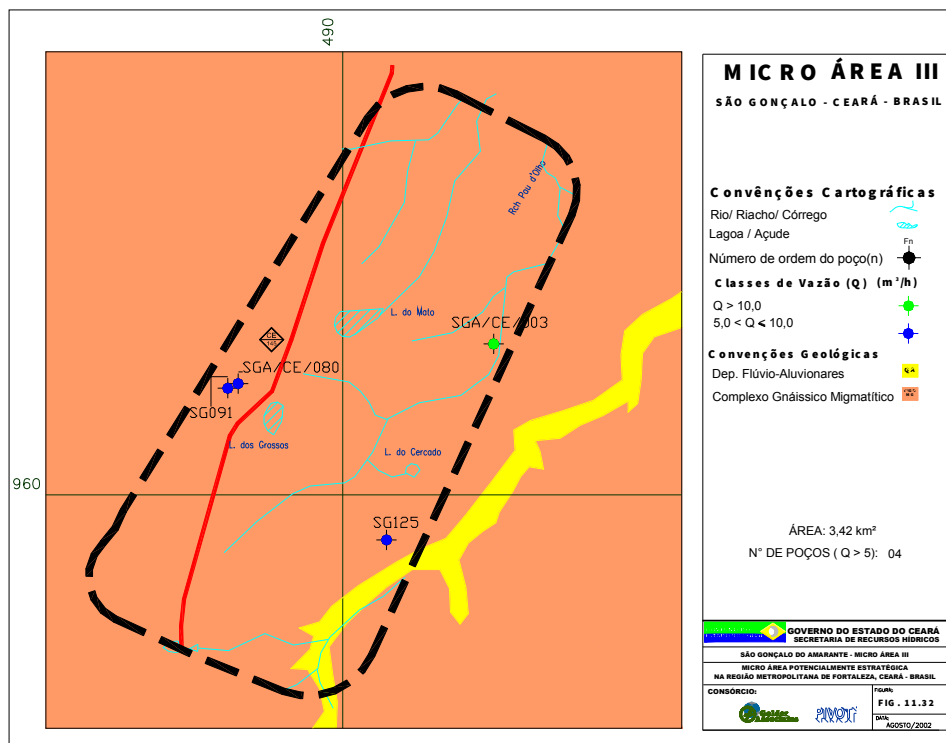


FIGURA 11.32 - Micro-área III do município de São Gonçalo do Amarante.

11.3 Considerações Finais

Em virtude de uma análise que levou em consideração as regiões com maior ocupação demográfica e, conseqüentemente, maior demanda as micro-áreas nos bairros de Cambeba (Micro-área VII), Pici (Micro-área I) e Jardim Cearense (Micro-área V), no município de Fortaleza, foram determinadas como áreas prioritárias para o início dos trabalhos de monitoramento, correspondentes à próxima etapa do projeto.

12. AVALIAÇÃO DOS POÇOS E REALIZAÇÃO DE TESTES DE BOMBEAMENTO

A execução dos ensaios consistiu no bombeamento dos poços, com uma vazão variável, e no acompanhamento da evolução dos rebaixamentos produzidos (teste escalonado). No total, foram avaliados 101 poços distribuídos na Região Metropolitana de Fortaleza, conforme apresentado nas Tabelas 12.1.

TABELA 12.1

RELAÇÃO DE POÇOS AVALIADOS NOS ENSAIOS DE BOMBEAMENTO

Número de Ordem	Número GOLDER	Domínio Hidrogeológico	Município	UTM-E	UTM-N	Prof. (m)	Diâmetro do Revestimento (Ø)
01	A0070	Barreiras	Aquiraz	570583	9562098	44.0	5
02	A0171	Barreiras	Aquiraz	572963	9562011	60.0	6
03	A0309	Barreiras	Aquiraz	560189	9565593	60.0	6
04	A0315	Barreiras	Aquiraz	554502	9552402	60.0	6
05	AQU/CE/052	Barreiras	Aquiraz	556524	9555419	60.0	6
06	AQU/CE/059	Barreiras	Aquiraz	556470	9553543	53.0	6
07	AQU/CE/170	Barreiras	Aquiraz	571711	9559657	70.0	6
08	CA0001	Paleodunas	Caucaia	536833	9593063	30.0	7
09	CA0330	Barreiras	Caucaia	538706	9590510	60.0	6
10	CA0341	Barreiras	Caucaia	539368	9591060	45.0	6
11	CA0508	Cristalino	Caucaia	539426	9580639	46.0	6
12	CA0534	Barreiras	Caucaia	536620	9586591	30.0	5
13	CA0555	Barreiras	Caucaia	535693	9589249	40.0	6
14	CA0558	Barreiras	Caucaia	535646	9589400	52.0	6
15	CA0560	Barreiras	Caucaia	537515	9589214	76.00	6
16	CA0562	Barreiras	Caucaia	537595	9589264	65.00	6
17	CA0563	Barreiras	Caucaia	537610	9589207	76.00	6
18	CA0683	Barreiras	Caucaia	541781	9582773	28.0	6
19	CA0751	Barreiras	Caucaia	541591	9585488	25.0	6
20	CAC/CE/232	Barreiras	Caucaia	529607	9592265	40.0	6
21	CAC/CE/234	Barreiras	Caucaia	528159	9592851	55.0	6
22	CAC/CE/269	Barreiras	Caucaia	539815	9589496	100.0	6
23	CAC/CE/326	Barreiras	Caucaia	521551	9598865	26.0	6
24	CAC/CE/381	Cristalino	Caucaia	520287	9597713	50.0	6
25	CAC/CE/441	Barreiras	Caucaia	538976	9590903	50.0	6
26	CAC/CE/486	Barreiras	Caucaia	524528	9598096	60.0	4
27	CAC/CE/631	Barreiras	Caucaia	536798	9592084	50.0	6
28	CH028	Barreiras	Chorozinho	552748	9531125	72.0	6
29	CH031	Barreiras	Chorozinho	550608	9527051	76.0	6
30	CHO/CE/030	Barreiras	Chorozinho	553346	9528153	60.0	6
31	EUS/CE/191	Cristalino	Eusébio	557262	9572430	60.0	6
32	F05206	Dunas	Fortaleza	553272	9588615	10.0	6
33	F05207	Dunas	Fortaleza	553278	9588615	7.0	6
34	F05208	Dunas	Fortaleza	553260	9588615	6.0	6
35	F05392	Dunas	Fortaleza	559929	9587981	50.0	6
36	F05420	Cristalino	Fortaleza	553181	9579955	49.1	6
37	G065	Cristalino	Guaiúba	535335	9540779	72.0	6
38	H064	Barreiras	Horizonte	560466	9546654	60.0	6
39	H080	Barreiras	Horizonte	556544	9545997	50.0	6

Número de Ordem	Número GOLDER	Domínio Hidrogeológico	Município	UTM-E	UTM-N	Prof. (m)	Diâmetro do Revestimento (Ø)
40	H088	Barreiras	Horizonte	556927	9547058	60.0	6
41	H094	Barreiras	Horizonte	554612	9550465	60.0	6
42	PAC/CE/023	Barreiras	Pacajus	547579	9539993	41.0	5
43	PAC/CE/026	Barreiras	Pacajus	549050	9539486	60.0	6
44	PAC/CE/027	Barreiras	Pacajus	549084	9537903	46.0	6
45	PAC/CE/106	Barreiras	Pacajus	559894	9538935	52.0	6
46	PAC/CE/124	Barreiras	Pacajus	558785	9539499	66.0	6
47	SG014	Paleodunas	S.G.Amarante	512511	9607181	20.0	4
48	SG081	Paleodunas	S.G.Amarante	518155	9607135	20.0	5
49	SG156	Dunas	S.G.Amarante	511887	9612337	20.0	4
50	SGA/CE/037	Cristalino	S.G.Amarante	488742	9601948	66.0	6
51	A0023	Dunas	Aquiraz	568842	9573430	12	6
52	A0066	Barreiras	Aquiraz	559413	9561937	42	6
53	A0072	Barreiras	Aquiraz	572247	9563655	60	6
54	A0090	Dunas	Aquiraz	572066	9568708	47	6
55	A0132	Barreiras	Aquiraz	571624	9557695	60	6
56	A0429	Barreiras	Aquiraz	558273	9564018	56	6
57	AQU/CE/100	Barreiras	Aquiraz	558417	9563882	50	6
58	AQU/CE/105	Barreiras	Aquiraz	557156	9562331	11	5
59	AQU/CE/126	Barreiras	Aquiraz	557749	9562325	50	6
60	CA0417	Paleodunas	Caucaia	531665	9597018	19	6
61	CA0420	Paleodunas	Caucaia	531615	9596865	20	6
62	CA0523	Barreiras	Caucaia	538725	9587478	36	4
63	CA0548	Barreiras	Caucaia	538063	9587822	28	6
64	CA0557	Barreiras	Caucaia	535547	9589277	40	8
65	CA0561	Barreiras	Caucaia	537506	9589228	76	8
66	CA0596	Barreiras	Caucaia	537289	9587773	30	8
67	CH009	Barreiras	Chorozinho	550231	9522794	54	6
68	CH030	Barreiras	Chorozinho	548307	9530107	52	6
69	F02475	Cristalino	Fortaleza	548681	9579386	78	6
70	F03972	Dunas	Fortaleza	564648	9579321	11	4
71	F03981	Dunas	Fortaleza	564605	9579350	10	5
72	F04639	Paleodunas	Fortaleza	556991	9586048	10	5
73	F04642	Paleodunas	Fortaleza	556918	9586675	10	5
74	F04672	Barreiras	Fortaleza	557271	9578650	56	6
75	F04674	Barreiras	Fortaleza	556969	9578635	60	6
76	F04714	Barreiras	Fortaleza	557960	9578575	38	5
77	F05027	Barreiras	Fortaleza	547046	9585931	50	5
78	F05030	Barreiras	Fortaleza	547183	9586174	50	5
79	F05032	Barreiras	Fortaleza	547326	9586327	50	5
80	F05033	Barreiras	Fortaleza	547028	9586306	50	6
81	F05428	Dunas	Fortaleza	561922	9584002	10	4

Número de Ordem	Número GOLDER	Domínio Hidrogeológico	Município	UTM-E	UTM-N	Prof. (m)	Diâmetro do Revestimento (Ø)
82	F05761	Cristalino	Fortaleza	552385	9579268	120	8
83	F06274	Cristalino	Fortaleza	547485	9579821	80	5
84	F06702	Cristalino	Fortaleza	551652	9579254	52	6
85	F07282	Barreiras	Fortaleza	556529	9578565	84	6
86	F07283	Barreiras	Fortaleza	556794	9578949	60	6
87	H002	Barreiras	Horizonte	553320	9545609	60	6
88	H016	Barreiras	Horizonte	558560	9549325	35	4
89	H056	Barreiras	Horizonte	555309	9542934	60	6
90	HOR/CE/014	Barreiras	Horizonte	555494	9547620	60	6
91	PJ011	Barreiras	Pacajus	558669	9537271	60	6
92	PJ032	Barreiras	Pacajus	555072	9537373	60	6
93	PJ057	Barreiras	Pacajus	550989	9537485	32	6
94	PJ066	Barreiras	Pacajus	545959	9537536	60	6
95	PJ074	Barreiras	Pacajus	547257	9533329	60	6
96	PJ131	Barreiras	Pacajus	560064	9537807	103	6
97	PT161	Cristalino	Pacatuba	545051	9564916	80	6
98	PT162	Cristalino	Pacatuba	541389	9556360	60	6
99	SG142	Paleodunas	S.G. Amarante	511053	9609889	11	6
100	SG147	Paleodunas	S.G. Amarante	511121	9609868	15	6
101	SG273	Dunas	S.G. Amarante	506426	9608059	7	5

As condutividades hidráulicas obtidas com a avaliação dos ensaios de bombeamento (Tabela 12.2) mostram valores que variam entre $1,27 \times 10^{-5}$ cm/s (poço PT162 instalado no embasamento cristalino) e $5,29 \times 10^{-2}$ cm/s (Poço A0023 instalado na Formação Dunas). A avaliação dos poços instalados nas Formações Barreiras e Paleodunas mostraram valores de condutividade hidráulica intermediários.

TABELA 12.2

**RESULTADOS DOS TESTES DE BOMBEAMENTO COM OS VALORES DE
CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA E TRANSMISSIVIDADE**

Número de Ordem	Número GOLDER	Domínio Hidrogeológico	Município	UTM-E	UTM-N	Condutividade Hidráulica (cm/s)	Transmissividade (cm ² /s)
01	A0070	Barreiras	Aquiraz	570583	9562098	9.21E-05	5.53E-01
02	A0171	Barreiras	Aquiraz	572963	9562011	2.54E-04	1.52E+00
03	A0309	Barreiras	Aquiraz	560189	9565593	1.23E-05	7.12E-02
04	A0315	Barreiras	Aquiraz	554502	9552402	8.03E-05	4.82E-01
05	AQU/CE/052	Barreiras	Aquiraz	556524	9555419	3.50E-05	2.10E-01
06	AQU/CE/059	Barreiras	Aquiraz	556470	9553543	1.16E-04	6.96E-01
07	AQU/CE/170	Barreiras	Aquiraz	571711	9559657	5.93E-05	3.91E-01
08	CA0001	Paleodunas	Caucaia	536833	9593063	5.81E-04	2.15E+00
09	CA0330	Barreiras	Caucaia	538706	9590510	2.21E-05	1.33E-01
10	CA0341	Barreiras	Caucaia	539368	9591060	2.38E-04	1.07E+00
11	CA0508	Cristalino	Caucaia	539426	9580639	1.62E-04	6.79E-01
12	CA0534	Barreiras	Caucaia	536620	9586591	8.13E-04	1.79E+00
13	CA0555	Barreiras	Caucaia	535693	9589249	2.76E-04	1.10E+00
14	CA0558	Barreiras	Caucaia	535646	9589400	9.05E-05	4.71E-01
15	CA0560	Barreiras	Caucaia	537515	9589214	6.36E-05	3.18E-01
16	CA0562	Barreiras	Caucaia	537595	9589264	2.61E-04	9.39E-01
17	CA0563	Barreiras	Caucaia	537610	9589207	4.40E-04	2.20E+00
18	CA0683	Barreiras	Caucaia	541781	9582773	2.43E-04	6.80E-01
19	CA0751	Barreiras	Caucaia	541591	9585488	2.02E-04	1.03E+00
20	CAC/CE/232	Barreiras	Caucaia	529607	9592265		
21	CAC/CE/234	Barreiras	Caucaia	528159	9592851	3.66E-05	1.21E-01
22	CAC/CE/269	Barreiras	Caucaia	539815	9589496	3.83E-05	3.83E-01
23	CAC/CE/326	Barreiras	Caucaia	521551	9598865	1.92E-04	4.60E-01
24	CAC/CE/381	Cristalino	Caucaia	520287	9597713	2.35E-04	9.39E-01
25	CAC/CE/441	Barreiras	Caucaia	538976	9590903	3.89E-04	8.76E-01
26	CAC/CE/486	Barreiras	Caucaia	524528	9598096	1.52E-04	3.18E-01
27	CAC/CE/631	Barreiras	Caucaia	536798	9592084	2.07E-04	7.46E-01
28	CH028	Barreiras	Chorozinho	552748	9531125	2.51E-05	1.71E-01
29	CH031	Barreiras	Chorozinho	550608	9527051	2.97E-05	1.96E-01
30	CHO/CE/030	Barreiras	Chorozinho	553346	9528153	7.15E-04	4.29E+00
31	EUS/CE/191	Cristalino	Eusébio	557262	9572430	1.46E-03	8.76E+00
32	F05206	Dunas	Fortaleza	553272	9588615	1.02E-02	7.12E+00
33	F05207	Dunas	Fortaleza	553278	9588615	1.88E-02	1.13E+01
34	F05208	Dunas	Fortaleza	553260	9588615	9.61E-03	9.61E+00
35	F05392	Dunas	Fortaleza	559929	9587981	1.12E-04	5.04E-01
36	F05420	Cristalino	Fortaleza	553181	9579955	6.36E-05	3.18E-01
37	G065	Cristalino	Guaiúba	535335	9540779	1.65E-05	1.24E-01
38	H064	Barreiras	Horizonte	560466	9546654	1.36E-03	7.63E+00
39	H080	Barreiras	Horizonte	556544	9545997	3.83E-05	1.92E-01
40	H088	Barreiras	Horizonte	556927	9547058	4.86E-04	2.77E+00
41	H094	Barreiras	Horizonte	554612	9550465	1.41E-04	7.63E-01
42	PAC/CE/023	Barreiras	Pacajus	547579	9539993	3.55E-05	1.63E-01
43	PAC/CE/026	Barreiras	Pacajus	549050	9539486	1.12E-04	6.50E-01
44	PAC/CE/027	Barreiras	Pacajus	549084	9537903	1.26E-05	5.28E-02
45	PAC/CE/106	Barreiras	Pacajus	559894	9538935	1.69E-04	8.76E-01

Número de Ordem	Número GOLDER	Domínio Hidrogeológico	Município	UTM-E	UTM-N	Condutividade Hidráulica (cm/s)	Transmissividade (cm ² /s)
46	PAC/CE/124	Barreiras	Pacajus	558785	9539499	1.64E-04	8.18E-01
47	SG014	Paleodunas	S.G.Amarante	512511	9607181	2.34E-03	2.10E+00
48	SG081	Paleodunas	S.G.Amarante	518155	9607135	2.10E-04	4.19E-01
49	SG156	Dunas	S.G.Amarante	511887	9612337	1.23E-03	9.83E-01
50	SGA/CE/037	Cristalino	S.G.Amarante	488742	9601948	3.50E-05	2.10E-01
51	A0023	Dunas	Aquiraz	568842	9573430	5.29E-02	2.20E+01
52	A0066	Barreiras	Aquiraz	559413	9561937	9.86E-04	2.39E+00
53	A0072	Barreiras	Aquiraz	572247	9563655	2.37E-04	6.65E-01
54	A0090	Dunas	Aquiraz	572066	9568708	1.42E-03	1.75E+00
55	A0132	Barreiras	Aquiraz	571624	9557695	2.53E-04	1.18E+00
56	A0429	Barreiras	Aquiraz	558273	9564018	2.35E-05	9.39E-02
57	AQU/CE/100	Barreiras	Aquiraz	558417	9563882	9.47E-04	1.56E+00
58	AQU/CE/105	Barreiras	Aquiraz	557156	9562331	7.11E-05	3.57E-01
59	AQU/CE/126	Barreiras	Aquiraz	557749	9562325	4.91E-04	1.16E+00
60	CA0417	Paleodunas	Caucaia	531665	9597018	1.12E-02	1.96E+01
61	CA0420	Paleodunas	Caucaia	531615	9596865	6.74E-03	1.24E+01
62	CA0523	Barreiras	Caucaia	538725	9587478	4.06E-04	1.13E+00
63	CA0548	Barreiras	Caucaia	538063	9587822	1.72E-03	2.84E+00
64	CA0557	Barreiras	Caucaia	535547	9589277	7.08E-04	1.59E+00
65	CA0561	Barreiras	Caucaia	537506	9589228	7.19E-04	1.92E+00
66	CA0596	Barreiras	Caucaia	537289	9587773	2.18E-05	9.39E-02
67	CH009	Barreiras	Chorozinho	550231	9522794	8.52E-05	3.83E-01
68	CH030	Barreiras	Chorozinho	548307	9530107	1.83E-04	8.18E-01
69	F02475	Cristalino	Fortaleza	548681	9579386	5.82E-05	4.01E-01
70	F03972	Dunas	Fortaleza	564648	9579321	9.21E-03	7.46E+00
71	F03981	Dunas	Fortaleza	564605	9579350	1.26E-02	9.83E+00
72	F04639	Paleodunas	Fortaleza	556991	9586048	8.98E-03	5.92E+00
73	F04642	Paleodunas	Fortaleza	556918	9586675	2.85E-02	1.59E+01
74	F04672	Barreiras	Fortaleza	557271	9578650	2.41E-03	6.50E+00
75	F04674	Barreiras	Fortaleza	556969	9578635	1.39E-03	6.20E+00
76	F04714	Barreiras	Fortaleza	557960	9578575	3.27E-05	1.03E-01
77	F05027	Barreiras	Fortaleza	547046	9585931	8.46E-05	3.55E-01
78	F05030	Barreiras	Fortaleza	547183	9586174	4.92E-04	1.16E+00
79	F05032	Barreiras	Fortaleza	547326	9586327	1.22E-04	5.92E-01
80	F05033	Barreiras	Fortaleza	547028	9586306	4.50E-03	7.81E+00
81	F05428	Dunas	Fortaleza	561922	9584002	1.81E-02	1.16E+01
82	F05761	Cristalino	Fortaleza	552385	9579268	1.28E-04	1.52E+00
83	F06274	Cristalino	Fortaleza	547485	9579821	8.39E-05	6.20E-01
84	F06702	Cristalino	Fortaleza	551652	9579254	9.14E-04	4.10E+00
85	F07282	Barreiras	Fortaleza	556529	9578565	1.30E-05	1.01E-01
86	F07283	Barreiras	Fortaleza	556794	9578949	4.62E-04	2.44E+00
87	H002	Barreiras	Horizonte	553320	9545609	8.72E-05	4.10E-01
88	H016	Barreiras	Horizonte	558560	9549325	7.49E-03	1.49E+01
89	H056	Barreiras	Horizonte	555309	9542934	1.34E-04	4.39E-01
90	HOR/CE/014	Barreiras	Horizonte	555494	9547620	1.00E-04	4.01E-01
91	PJ011	Barreiras	Pacajus	558669	9537271	2.40E-05	8.97E-02
92	PJ032	Barreiras	Pacajus	555072	9537373	3.74E-04	1.92E+00
93	PJ057	Barreiras	Pacajus	550989	9537485	1.20E-02	1.30E+01
94	PJ066	Barreiras	Pacajus	545959	9537536	1.32E-03	6.62E+00
95	PJ074	Barreiras	Pacajus	547257	9533329	4.70E-04	7.99E-01

Número de Ordem	Número GOLDER	Domínio Hidrogeológico	Município	UTM-E	UTM-N	Condutividade Hidráulica (cm/s)	Transmissividade (cm ² /s)
96	PJ131	Barreiras	Pacajus	560064	9537807	1.97E-04	7.12E-01
97	PT161	Cristalino	Pacatuba	545051	9564916	2.14E-04	1.56E+00
98	PT162	Cristalino	Pacatuba	541389	9556360	1.27E-05	6.50E-02
99	SG142	Paleodunas	S.G. Amarante	511053	9609889	1.42E-02	1.10E+01
100	SG147	Paleodunas	S.G. Amarante	511121	9609868	1.45E-02	1.33E+01
101	SG273	Dunas	S.G. Amarante	506426	9608059	1.30E-02	7.81E+00

13. IMPLANTAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO TELEMÉTRICO

Na Região Metropolitana de Fortaleza foram selecionados 20 poços para o monitoramento telemétrico (Tabela 13.1), cuja localização satisfaz os critérios pré-estabelecidos e ajuda a compreender o comportamento hidrogeológico das diversas unidades aquíferas presentes. O registro fotográfico destes poços consta do ANEXO II deste relatório.

TABELA 13.1

POÇOS SELECIONADOS PARA INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE TELEMETRIA

Nº do Cadastro	MUNICÍPIO	PROPRIETÁRIO	LOCAL / ENDEREÇO	LAT. (UTM)	LONG. (UTM)	PROF. (m)	NE (m)	ND (m)	Material do Tubo	DIÂMETRO DO CANO
F04672	FORTALEZA	SRH	SOHIDRA II - CAMBEBA	9578650	557271	56.00	6.0	29.0	PVC branco	1 ½"
F06233	FORTALEZA	CENTRO ARTESANAL LUÍSA TÁVORA	CENTRO A. LUIZA TÁVORA	9587524	554450	44.00	5.1	11.0	PVC marrom	32mm
F02475	FORTALEZA	CAMPUS DO ITAPERI II - UECE - LAB.	CAMPUS DO ITAPERI II - UECE	9581482	549631	78.00	8.0	45.0	PVC marrom	1 ½"
F05761	FORTALEZA	BANCO DO NORDESTE Poço - 2	AV. PARANJANA, 5700 - PASSARÉ	9579503	551913	120.00		24.0	PVC marrom	50mm
PJ032	PACAJUS	EMBRAPA	LAGOA SECA	9537374	555069	60.00	5.4		PVC Branco	1 ½"
A0413	AQUIRAZ	BEACH PARK	PORTO DAS DUNAS	9575025	567748	8.00	3.4		PVC marrom	50mm
F06274	FORTALEZA	DETRAN	DETRAN MARAPONGA	9579817	547437	80.00	8.8	26.2	PVC Branco	1 ½"
CA0622	CAUCAIA	ESTÁDIO DE FUTEBOL / PREF. DE CAUCAIA	TOBIAS CORRÊA - SEDE	9587471	538725	36.00	9.8		PVC Azul	50mm
CA0596	CAUCAIA	ESC. DE ENS. MÉDIO MARIA DOLORES	VILA GÓES, Nº 451 - SEDE	9587714	537346	30.00		14.7	PVC Branco	1"
CH030	CHOROZINHO	CHAFARIZ - 33	TOURADA	9530114	548294	52.00	7.5	28.0	PVC marrom	32mm
MG130	MARANGUAPE	CHAFARIZ	LAGOA DO JUVENAL	9554583	502740	86.00	10.00	26.00	PVC marrom	1 ½"
F05031	FORTALEZA	UFC	CAMPUS DO PICI - RESTAURANTE UNIVERSITARIO	9585988	547429			4.65	PVC Marrom	1"
SG148	S. G. DO AMARANTE	CAGECE	LAGOA DAS COBRAS Poço - 11	9609864	511055	10.55	1.2	5.5	PVC marrom	3"
CA0419	CAUCAIA	CAGECE POÇO 3A	EST. DA CAGECE - L. DE PARNAMIRIM	9596905	531668	20.00	3.7		PVC marrom	3"
H001	HORIZONTE	ESCOLA MANUEL FELIPE	JORDÃO	9545568	553375	60.00	2.1		PVC	1 ¼"

Nº do Cadastro	MUNICÍPIO	PROPRIETÁRIO	LOCAL / ENDEREÇO	LAT. (UTM)	LONG. (UTM)	PROF. (m)	NE (m)	ND (m)	Material do Tubo	DIÂMETRO DO CANO
A0068	AQUIRAZ	POÇO DA TELHA	RUA JOSÉ AMORA MOREIRA	9562160	558629		5.7	10.2	PVC Branco	1 ½"
F00372	FORTALEZA	POLO DE LAZER SGTO. HERMÍNIO	MONTE CASTELO	9588070	549115			10.1	PVC Branco	1"
F01251	FORTALEZA	CLUBE DE ENGENHARIA	AV. ZEZÉ DIOGO 2076 - PRAIA DO FUTURO	9587731	560075	40.00	3.0	9.0	PVC	1 ¼"
F04519	FORTALEZA	HOSPITAL GERAL DE FORTALEZA - HGF	RUA LAURO NOGUEIRA - PAPICU	9586654	558102	42.00	3.3	9.5	PVC Branco	1 ½"
A0008	AQUIRAZ	GRANJA AVINE	CAJUEIRO DO MINISTRO	9557110	574630	50.00	8.4	13.2	PVC Branco	2 ½"

14. CONCLUSÃO

Neste relatório foram apresentados os trabalhos desenvolvidos na Atividade III – Caracterização das Áreas Estratégicas, do Projeto de Monitoramento/Gestão de Água Subterrânea de Micro-Áreas Estratégicas da Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos, pôde-se chegar às seguintes conclusões:

1. em caráter preliminar, foram apontadas 32 micro-áreas, consideradas potencialmente estratégicas, distribuídas nos 13 municípios da RMF conforme mostra o quadro abaixo:

Municípios	Nº de micro-áreas potencialmente Estratégicas
Aquiraz	4
Caucaia	6
Chorozinho	1
Eusébio	1
Fortaleza	8
Guaiuba	1
Horizonte	1
Itaitinga	1
Maracanaú	1
Maranguape	2
Pacajus	2
Pacatuba	1
S.G. Amarante	3

2. as micro-áreas nos bairros de Cambeba, Pici e Jardim Cearense foram determinadas como áreas prioritárias para o início dos trabalhos de monitoramento, correspondentes à próxima etapa do projeto.

15. BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, R.B. & SANTIAGO, M.M.F. – 1999 – Hidroquímica das águas subterrâneas do Sistema Dunas/Paleodunas do município de Caucaia – Ceará. XII Simpósio Bras. de Recursos Hídricos. ANAIS. Belo Horizonte/MG.

AGUIAR, R.B.; SANTIAGO, M.M.F.; VASCONCELOS, S.M.S. – 2000 – Potabilidade das águas subterrâneas do litoral do município de Caucaia – Ceará. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. ABAS/ALHSUD/IAH. Cd ROM ANAIS. Fortaleza/CE

ANDRADE, F.P.P. de; LEITE, C.E.S.; SABADIA, J.A.B.; LIMA, M.A.O.; CORDEIRO, W. – 1995 – Água subterrânea e o desenvolvimento sustentável. Projeto Áridas. Grupo de Recursos Hídricos. Fortaleza - CE. 86 p.

- ARAÚJO, A-L- & S-E-C – 1990 - Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas do Município de Fortaleza - CE Relatório de Graduação. Inédito. DEGEO/UFC. Fortaleza – CE. Mapas. 123 p.
- AUMEF - 1986 - PARH – Diretrizes para utilização de águas subterrâneas PARH. Plano de aproveitamento dos recursos hídricos da RMF. AGUASOLOS/VBA Consultores. Fortaleza/CE.
- AUMEF – Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza. 1984. Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos na RMF - Fase I - Exame dos Fatores Condicionantes - Relatório técnico nº 1.
- BELTRÃO A. E.; FILHO J. M. 1973. Abastecimento de Água da Área Metropolitana da Cidade de Fortaleza – CE. Recife, SUDENE. Série Hidrogeologia, nº 44. 294 p.
- BELTRÃO, A.E. & MANOEL FILHO, J. - 1973 - Abastecimento de água da área metropolitana da cidade de Fortaleza - CE. SUDENE. Série Hidrogeológica 44, Recife - PE. 294 p.
- BEZERRA, E.C. – 1989 – Balanço Hídrico. In: CEARÁ. Secretaria de Planejamento e coordenação. Atlas do Ceará. Fortaleza. IPLANCE-SEPLAN, p. 20-21.
- BEZERRA, E.C. – 1995 - Balanço Hídrico. In: CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Coordenação. Atlas do Ceará. Fortaleza. IPLANCE-SEPLAN, 22 p.
- BIANCHI, L.; MORAES, J.B.A.; GURGEL Jr, J.B. - 1985 – Diretrizes para exploração das águas subterrâneas da RMF. *In*: AUMEF. Secretaria do Planejamento e Coordenação. Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos da R.M.F. - Fase II. Fortaleza. SEPLAN-AUMEF, 1985. Fase II . 63 p.
- BIANCHI, L.; PADILHA, M.W.M.; TEIXEIRA, J.E.M. – 1984 – Recursos de água subterrânea na R.M.F. Fatores Condicionantes. *In*: Plano de aproveitamento dos Recursos Hídricos na R.M.F. – Fase I. Fortaleza. SEPLAN – AUMEF, v.1, 139 p.
- BNB. Banco do Nordeste do Brasil – 1993 – Consumo de produtos industriais na cidade de Fortaleza. BNB. Fortaleza – CE. 189 p.
- BRAGA, A.P.G.; PASSOS, C.A.B.; SOUZA, E.M.; FRANÇA, J.B.; MEDEIROS, M.F.; ANDRADE, V.A. – 1981 – Geologia da região nordeste do Estado do Ceará – Projeto Fortaleza. Série Geológica 12, Seção Geológica Básica 9, Brasília. MME/DNPM, 123 p.
- BRANDÃO, R. de L.; CAVALCANTE, I.N.; SOUZA M.N. – 1995 - Diagnóstico geo-ambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza. Projeto SINFOR. Informações Básicas para Gestão Territorial CPRM/REFO. Fortaleza. CE. 88 p.
- BRANDÃO, R.L. – 1995 - Mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. Texto explicativo. Escala 1:100.000. Projeto SINFOR. CPRM/REFO. Fortaleza, CE. 32 p.

- BRANDÃO, R.L. - 1998 - Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR: Diagnóstico geo-ambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana da Fortaleza: CPRM/REFO, Vol.1, 2ª Ed. 105 p.
- BRASIL – 1981 - Projeto RADAMBRASIL, Folha AS. 24 Fortaleza. Levantamento de Recursos Naturais 21. Rio de Janeiro, MME,.483p.
- CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará – 1996 – Dados operacionais indicadores de desempenho. Inédito. Fortaleza – CE.
- CAMPOS, L.A.S. & MENEZES, M.A.S. - 1982 - Pesquisa e aproveitamento de água subterrânea para abastecimento urbano nas dunas costeiras do Ceará. II congresso Bras. de Águas Subterrâneas. ABAS. ANAIS. Salvador - BA. p. 29-42.
- CAVALCANTE, I. N.; VASCONCELOS, S.M. S.; ARAÚJO, A. L. ; BIANCHI, L. – 1990 - Qualidade das Águas Subterrâneas de Fortaleza – CE. Revista de Geologia, DEGEO/UFC. v. 3; 89-97.
- CAVALCANTE, I.N - 1986. Caracterização Hidroquímica Preliminar da Captação de Abreulândia – Fortaleza –CE .Inédito. Seminário Geoquímica das Águas. IG/USP. 24p.
- CAVALCANTE, I.N. – 1993 – Qualidade das águas do município de Fortaleza – Ceará. GEOPLAN – Geologia e Planejamento Ltda. Projeto SANEAR. Fortaleza – CE. 22 p.
- CAVALCANTE, I.N. - 1998 - Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na região metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. Tese de Doutorado. Inédito. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo/USP 156 p.
- CAVALCANTE, I.N.; TAJRA, A A. ; FRANGIPANI, A ; VERÍSSIMO, L.S. – 1997 - As águas subterrâneas do Estado do Ceará. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA. ANAIS do Fórum da Águas, DRH/MMA/IICA, 12p. Brasília, DF, p. 78 web.
- CAVALCANTE. I.N.; REBOUÇAS, A.C.; VERÍSSIMO, L.S. – 1996 – As águas subterrâneas do município de Fortaleza. IX Congresso Bras. de Águas Subterrâneas. ANAIS. ABAS. Salvador – BA. 15p.
- CEARÁ – 1998 - Sobre os sistemas lacustres litorâneos do Município de Fortaleza. Fortaleza, Ceará. SEMACE.. Trabalho apresentado no XXV Congresso Internacional de Engenharia Sanitária Ambiental, Lima - Peru. 5p.
- CEARÁ. Secretaria de Agricultura e reforma Agrária – 1989 – Zoneamento Agrícola. Fortaleza, 67 p.
- CNP. Conselho Nacional de Petróleo – 1989 – Sistemas de postos revendedores. Relatório 011FDP23. Fortaleza – CE.

- COGERH/VBA – 1999 - Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas. Fortaleza – CE.
- COGERH/VBA – 2000 - Serviços de Campo para Avaliação do Potencial de Águas Subterrâneas e de Lagos das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza – CE. Relatório Final. SRH/COGERH. Fortaleza – CE. 81 p. Anexos.
- COLARES, J.Q.S. – 1995 - Mapeamento Geotécnico preliminar da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Dissertação de Mestrado. UNESP. Inédita. Rio Claro – SP. 2v. mapas.
- CORDEIRO, W. & MARINHO, J. M. L. – 2000 – Aplicação hidrogeológica do método VLF (Very Low Frequency) em áreas de coberturas sedimentares cenozóicas do Ceará, Brasil. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. ABAS/ALHSUD/IAH. Cd ROM ANAIS. Fortaleza/CE.
- COSTA A. P. L. 2000. Granulitos de Chorozinho (NE do Ceará): Levantamento Geológico e Caracterização Tecnológica como Rochas Ornamentais. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. 2000, Mapa. 64p.
- CPRM/DNPM – 1996 - Informações Para Gestão e Administração Territorial - RMF – Mapa de Potencial Mineral para Não-Metálicos.
- CPRM/REFOR- 1999 - Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará: Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrâneas no Estado do Ceará. Edição em CD ROM. Fortaleza, CE.
- FONTELES, H. R. N. 1999. Mapeamento Geotécnico da Vertente Sudeste da Serra de Maranguape (CE). Relatório de Graduação. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. 1999. 111p.
- FREIRE, G.S.S. & MAIA, L.P. – 1991 – Frente salina e balanço do sal no estuário do rio Pacoti – Ceará. Rev. de Geologia. DEGEO/UFC. Fortaleza – CE. v. 4 p. 33 – 41.
- FREIRE, G.S.S. & MAIA, L.P.; MEIRELES, A.J.A.; R.F. – 1991– Natureza do material em suspensão do estuário do rio Pacoti. Rev. de Geologia. DEGEO/UFC. Fortaleza – CE. v. 4 p. 12 – 20.
- FREIRE, G.S.S.; MAIA, L.P.; BRANCO, M.P.N.C. – 1991– Regime hidrodinâmico do estuário do rio Pacoti – Ceará. Rev. de Geologia. DEGEO/UFC. Fortaleza – CE. v. 4 p. 29 – 32.
- GUIMARÃES, E.M.M. & LIMA, H.F.A. – 1994 – Aspectos geológicos e hidrogeológicos da região de Aquiraz/CE. Relatório de Graduação. DEGEO/UFC. Fortaleza – CE. 102 p.
- IPLANCE – 2000 – Anuário estatístico do Estado do Ceará – 2000 - Fundação Instituto de Planejamento do Ceará (IPLANCE).
- IPLANCE - 1997 – Atlas do Ceará. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará (IPLANCE). Governo do Estado do Ceará. Secretária do Planejamento e Coordenação – SEPLAN. 65 p.

- IPLANCE. Secretaria do Planejamento e Coordenação. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – 1995 – Atlas do Ceará. Fortaleza. 64 p.
- LEITE, C.E.S. – 1994 – Uso da água subterrânea na agricultura irrigada do Estado do Ceará. II Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. ABRH. ANAIS. Fortaleza – CE, p. 284 – 291.
- MAGALHÃES, E. A. M. & LANDIM, J. I. 1983. Geologia da Região Sudoeste de Fortaleza – Ceará. Área 5. Relatório de Graduação. Departamento de Universidade Federal do Ceará. 1983. 43p.
- MARQUES, A.A.F & OLIVEIRA, R.R. – 1990 - Levantamento Geofísica por eletrorresistividade na cidade de Cascavel/ CE. Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC), Relatório Inédito, Fortaleza, CE.
- MAVIGNIER, A.L. – 1992 – Estudo físico, químico e bacteriológico do rio Cocó. Dissertação de Mestrado. Departamento de Hidráulica/Escola de Engenharia. Universidade Federal do Ceará. Inédita. Fortaleza – CE, 108 p.
- MENEZES, M.A.S. & ARAÚJO, J.R. – 1998 – Causas da salinização dos poços da praia de Abreulândia em Fortaleza – Ceará. V Congresso Bras. de Águas Subterrâneas. ABAS. ANAIS. São Paulo – SP. p165 – 174.
- MORAIS, J. B. A.; SAMPAIO, T. Q. & SALES, J. W. M. 1984. Projeto Fortaleza - Hidrogeologia e controle tecnológico nas perfurações de poços tubulares no município de Fortaleza - CE. Relatório Final. Fortaleza. DNPM/CPRM. Volume I, texto e mapas, 208 p.
- MORAIS, J.B.A.; SAMPAIO, T. de Q.; SALES, J.W.M. – 1984 – Projeto Fortaleza. Hidrogeologia e Controle Tecnológico nas Perfurações de Poços Tubulares no Município de Fortaleza – CE. Relatório Final. Fortaleza CE. DNPM/CPRM, vol.1, Mapas. 208 p.
- OLIVEIRA, J.F. de I. & CASTELO BRANCO, R.M.G. – 2000 – Contribuições da eletrorresistividade na caracterização geométrica dos aquíferos na Região Metropolitana de Fortaleza. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. ABAS/ALHSUD/IAH. Cd ROM ANAIS. Fortaleza/CE.
- OLIVEIRA, R.R. & FRACALOSSO Jr., M. – 1984 - Pesquisa Hidrogeológica Através de Eletrorresistividade na Praia do Futuro em Fortaleza/CE. Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC), Relatório Inédito, Fortaleza/CE.
- OLIVEIRA, R.R. et al – 1984 - Pesquisa Hidrogeológica Através de Eletrorresistividade no Conjunto Habitacional Polar na Barra do Ceará. Fortaleza/CE. Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC), Relatório Inédito, Fortaleza, CE.
- PLANAT – 1987 – Captação de Abreulândia. Relatório final de construção dos poços e definição das condições de exploração. Inédito. CAGECE. Fortaleza – CE. 245 p.
- QUEIROZ, I. M. R. 1988. Geologia da Região de Mingauá Caucaia, CE. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. 1988. 69p.

- QUESADO Jr. N. & CAVALCANTE, I.N. – 2000 – Hidrogeologia do município de Fortaleza, Ceará - Brasil. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. ABAS/ALHSUD/IAH. Cd ROM ANAIS. Fortaleza/CE.
- RIBEIRO, J.A.P.; COLARES, J.Q.S.; CAVALCANTE, V.M.M.; SENA, R.B. – 1997 - Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. Escala 1:100.000 – DNPM/CPRM. Fortaleza – CE.
- RIBEIRO, J.A.P.; SAMPAIO, T.Q.; OLIVEIRA, D.P.; GURGEL Jr, J.B. – 1985 – Projeto Fortaleza. Hidrogeologia e Controle Tecnológico nas Perfurações de Poços Tubulares no Município de Fortaleza – CE. Relatório Final. Fortaleza – CEDNPM/CPRM. Vol. II Anexos. 23 p.
- SABADIA, J.A.B.; CASAS, A; MAIA, L.P.; HIMI, M. – 2000 – Salinização dos aquíferos da praia do Pacheco – município de Caucaia, Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. ABAS/ALHSUD/IAH. Cd ROM ANAIS. Fortaleza/CE
- SEMACE. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – 1993 – Levantamento das fontes potencialmente poluidoras da Região Metropolitana de Fortaleza. Programa de infra-estrutura básica. Saneamento de Fortaleza – SANEAR. Fortaleza. SDU/SEMACE. Fortaleza – CE. 48 p.
- SILVA, A. B. da -1970 – Inventário Hidrogeológico do Nordeste – Folha Nº 5 – Fortaleza – SO. Ministério do Interior/SUDENE. Recife, PE.
- SIRAC. Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda. –1989 – Proposta de consultoria Técnica de gerenciamento das obras de ampliação do sistema de esgotamento sanitário de Fortaleza. PROPOSTA TÉCNICA. 105 p.
- SOUZA, M. J. N de – 1995 – Geomorfologia. In: CEARÁ Secretaria de Planejamento e Coordenação. Atlas do Ceará. Fortaleza – SEPLAN – INPLANCE. p 14-15.
- SRH – Secretaria do Planejamento e Coordenação – 2000 – Anuário Estatístico do Ceará 1998/1999. IPLANCE/SEPLAN. Fortaleza, CE.
- SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. 1992. Plano Estadual de Recursos Hídricos - Diagnóstico (v1). Fortaleza, CE (4V).
- SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. 1992. Plano Estadual de Recursos Hídricos - Estudos de Base I (v2). Fortaleza, CE (4V).
- SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. 1992. Plano Estadual de Recursos Hídricos - Estudos de Base II (v3). Fortaleza, CE (4V).
- SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. 1992. Plano Estadual de Recursos Hídricos - Planejamento (v4). Fortaleza, CE (4V).

SRH Secretaria de Recursos Hídrico do Estado do Ceará – 1995 - Relatório síntese do levantamento das rotas dos carros – pipas. Fortaleza – CE. 21 p.

SRH/COGERH/VBA. 2001. Plano de gerenciamento de águas das bacias metropolitanas. Fortaleza-CE. (cd-texto).

SRH/COGERH/VBA. 2001. Plano de gerenciamento de águas das bacias metropolitanas. Fortaleza-CE. (CD1-Mapas digitalizados)

SUDEC- 1986- Resultado de trabalhos da SUDEC na área de proteção ambiental. Fortaleza. DRN-SUDEC. 68 p.

VASCONCELOS, S.M.S. - 1994 - Estimativa da Recarga Subterrânea a partir do Balanço Hídrico - Exemplo de Fortaleza, CE. Revista de Geologia, v.7. - Fortaleza, Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará.

VASCONCELOS, S.M.S.; SANTIAGO, M.M.F.;REBOUÇAS, A.C. – 1999 - Aspectos físico-químicos associados à recarga do sistema Dunas/Paleodunas, Fortaleza – CE. XII Simpósio Bras. de Recursos Hídricos. ANAIS. Belo Horizonte/MG.

VIEIRA FILHO, E. & OLIVEIRA, F. O. 1995. Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos de partes dos Municípios de Eusébio e Aquiraz. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. 1995. 90p.

ANEXO I

DESENHOS

-
- DESENHO 1 - GEOLOGIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**
- DESENHO 2 - SISTEMAS AQUÍFEROS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**
- DESENHO 3- HIDROLOGIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**
- DESENHO 4- MAPA GEOMORFOLÓGICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**
- DESENHO 5 - MAPA DE SOLOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**
- DESENHO 6 - MAPA DE VEGETAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**
- DESENHO 7 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**
- DESENHO 8 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS ESTRATÉGICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – RMF**

ANEXO II

REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS POÇOS ONDE FORAM INSTALADOS OS EQUIPAMENTOS DE TELEMETRIA