



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - SRH

**PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DO
AÇUDE CAXITORÉ AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DO AÇUDE JERIMUM, NA ALTURA DA BARRAGEM
POÇO REDONDO, NO MUNICÍPIO DE TEJUSSUOCA-CE**

VOLUME II - RELATÓRIO GERAL

TOMO 1 - MEMORIAL DESCRITIVO



FORTALEZA, 2002

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

I - INFORMAÇÕES BÁSICAS	2
I.1 - Generalidades	2
I.2 - Caracterização da Área do Projeto	3
I.2.1 - Localização e Acesso	3
I.2.2 - Cartografia	3
I.2.3 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos	5
I.2.4 - Relevo	5
I.2.5 - Solos e Uso Atual	5
I.2.6 - Vegetação	8
I.2.7 - Recursos Hídricos	9
I.2.8 - Climatologia	12
I.2.9 - Meio Ambiente	15
I.3 - Dinâmica Econômica	15
I.4 - População Alvo	15
I.4.1 - Generalidades	15
I.4.2 - Taxas de Crescimento	16
I.4.3 - Condições Econômicas e Sociais	16
I.5 - Problemática do Abastecimento	18
I.5.1 - Sistemas Existentes	18
I.6 - Estudo de Demandas	20
I.6.1 - Introdução	20
I.6.2 - Parâmetros de Projeto	22
I.6.3 - Projeção Populacional	23
I.6.4 - Estimativa da Demanda & Oferta: Cenário COM PROJETO	27
I.6.5 - Conclusões	27
II - O PROJETO PROPOSTO	37
II.1 - Introdução	37
II.2 - Estudos de Concepção	40
II.2.1 - Considerações Gerais	40
II.2.2 - Metodologia para Definição do Diâmetro Econômico	41
II.3 - O Sistema Proposto para Abastecimento de Água	48
II.3.1 - Fonte Hídrica	48
II.3.2 - Estação de Tratamento de Água (ETA)	48
II.3.3 - Estações de Bombeamento (EBs)	49
II.3.4 - Adutoras e Subadutoras	50
II.3.5 - Reservatórios	51
II.3.6 - Estimativa de Preços e Cronograma Físico-Financeiro	52
III – ANEXOS	
ANEXO I – Laudos das Análises de Água	
ANEXO II – Registro Fotográfico	

APRESENTAÇÃO

O documento a seguir é parte integrante do Projeto Executivo do Sistema Integrado de Adução de Água para Abastecimento de Itapajé, Iratinga, Pitombeiras, Serrote do Meio e Retiro, tendo como fonte hídrica o açude Caxitoré. O referido estudo faz parte do objeto do Contrato N.º 012/2001-SRH, firmado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH e a empresa AGE – Consultores Associados S/C Ltda.

Este sistema adutor foi dimensionado para um alcance de projeto de 20 (vinte) anos, conforme estabelecido no item 5 (página 17) dos Termos de Referência. Adotou-se, portanto, o ano 2023 como horizonte de atendimento. A população máxima beneficiada será de 46.853 habitantes, sendo que 84% residem na cidade de Itapajé, 10% no distrito de Iratinga, 5% na comunidade de Retiro e o restante reside em Pitombeira e Serrote do Meio.

As unidades que compõem este sistema adutor foram concebidas levando-se em consideração a vazão de dimensionamento da Estação de Bombeamento (EB) 1, construída pela SRH/SOHIDRA e inaugurada em Julho de 1999, situada próximo do distrito de Retiro. Isto fez com que o horizonte de projeto ficasse limitado até o ano 2011, alcance máximo previsto para a primeira etapa do projeto.

A captação de água bruta será feita através de uma Estação de Bombeamento Flutuante (EBF) que será instalada dentro do lago do açude Caxitoré, nas proximidades da Fazenda Cacimbas. Esta elevatória será composta por dois conjuntos de recalque, sendo um reserva, com capacidade para bombear uma vazão de 240m³/h com altura manométrica total de 37mca e potência de 50CV. As bombas serão do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores serão trifásicos, 380V, 60Hz e 1.750RPM. O sistema de acoplamento será do tipo monobloco. A casa de comando ficará situada nas proximidades da estaca 14, distante cerca de 500m da unidade flutuante. Para energização dos motores será instalada uma subestação elétrica trifásica rebaixadora de tensão com potência de 75kVA.

A partir desta EBF a água será conduzida até o reservatório apoiado da EB 1A, através de uma linha adutora composta de uma associação em série de 400m de tubos de polietileno de alta densidade (PEAD) PE 80, DE 315mm, PN 6; 80m de tubos de ferro dúctil centrifugado TK7JGSI DN 350mm e 760m de tubos de RPVC PN 12 DEFOFO JEI, DN 350mm, classe de rigidez mínima de 36psi.

A EB 1A também será construída nas proximidades da Fazenda Cacimbas. Esta elevatória será composta por dois conjuntos de recalque, sendo um reserva, com capacidade para bombear uma vazão de 240m³/h com altura manométrica total de 68mca e potência de 100CV. As bombas serão do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores

serão trifásicos, 380V, 60Hz e 1.750RPM. O sistema de acoplamento será através de mancal. Para energização dos motores será instalada uma subestação elétrica trifásica rebaixadora de tensão com potência de 112.5kVA.

A partir desta elevatória a água será conduzida até o reservatório apoiado da EB 1 através de uma linha adutora com 20.580m de tubos de RPVC PN 12 DEFOFO JEI, DN 350mm, classe de rigidez mínima de 36psi. É neste trecho que será feita a derivação para atendimento das demandas de Pitombeira, Serrote do Meio e Retiro.

A EB 1 nunca entrou em operação por causa da escassez de água no rio Caxitoré, nas proximidades de Retiro, em Tejuissuoca-CE. Esta elevatória possui três conjuntos de recalque, sendo um reserva, com capacidade individual para bombear uma vazão de 121m³/h com altura manométrica total de 113mca e potência de 100HP. As bombas são do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores trifásicos, 380V, 60Hz e 1.775RPM. O sistema de acoplamento é através de mancal. Para energização dos motores foi instalada uma subestação elétrica trifásica rebaixadora de tensão com potência de 225kVA. Aparentemente tanto a edificação, quanto os equipamentos hidromecânicos e elétricos estão em bom estado de conservação.

A partir desta elevatória a água será conduzida até o reservatório apoiado de 400m³ (Chaminé de Equilíbrio), através de uma linha adutora, existente, composta de 5.763m de tubos de ponta e bolsa JE de RPVC, DN 400mm, PN 16. No trecho compreendido entre o RAP 400 e o reservatório de sucção da EB 2, o escoamento é gravitário através de uma linha adutora, existente, composta de 3.428m de tubos de ponta e bolsa JE de RPVC, DN 400mm, PN 10.

A EB 2 também nunca entrou em operação. Esta elevatória, situada nas proximidades do distrito de Iratinga, possui três conjuntos de recalque, sendo um reserva, com capacidade individual para bombear uma vazão de 121m³/h com altura manométrica total de 101mca e potência de 75HP. As bombas são do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores trifásicos, 380V, 60Hz e 1.775RPM. O sistema de acoplamento é através de mancal. Para energização dos motores foi instalada uma subestação elétrica trifásica rebaixadora de tensão com potência de 150kVA. Esta elevatória está bastante danificada.

A partir da EB 2 a água será conduzida até a Estação de Tratamento de Água (ETA) de Itapajé, através de uma linha adutora, existente, composta de 8.751m de tubos de ponta e bolsa JE de RPVC, DN 400mm, PN 16/10.

A ETA de Itapajé é do tipo convencional completa. Esta unidade está em bom estado de conservação e não necessita de ampliação nesta etapa inicial, pois tem capacidade nominal de produzir 245 m³/h sem sobrecarga. Porém, foram concebidas 3 ETAs compactas,

do tipo filtração direta ascendente, para serem instaladas em Iratinga, Pitombeira e Retiro. O tratamento previsto para Serrote do Meio foi apenas uma desinfecção simples, através de cloração a nível constante.

Todo o sistema projetado foi orçado em cerca de R\$ 6 milhões, com data-base referente a ABRIL/2002.

O Projeto Executivo compõe-se dos seguintes volumes:

- **VOLUME I – ESTUDOS BÁSICOS**
 - TOMO 1 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS;
 - TOMO 2 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS.
- **VOLUME II – RELATÓRIO GERAL**
 - TOMO 1 – MEMORIAL DESCRITIVO;
 - TOMO 2 – ORÇAMENTO;
 - TOMO 3 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
 - TOMO 4 – DESENHOS.

Fortaleza, 31 de agosto de 2002

Afrânio de Sousa Alves
Diretor Técnico

I – INFORMAÇÕES BÁSICAS

I - INFORMAÇÕES BÁSICAS

I.1 - GENERALIDADES

Estudos e análises têm demonstrado preocupação em estabelecer um índice que possa medir o desenvolvimento humano ou relativo. Dentre os estudos com esse propósito destaca-se o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). De acordo com esse índice, os níveis de bem estar da população são medidos a partir de três dimensões: educação, longevidade e renda. Com a divulgação, em 23/07/2002, do **Human Development Report 2002**, onde são apresentados os Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) de 173 países, referentes ao ano 2000, o Brasil obteve a 73ª posição no ranking (IDH = 0,757), situando-se entre os países de médio desenvolvimento humano. Observa-se que houve uma pequena melhoria da qualidade de vida do brasileiro na última década, já que o IDH em 1990 foi de 0,713, no entanto o Brasil continua atrás de países como México (IDH = 0,796), Cuba (IDH = 0,795), Panamá (IDH = 0,787), Colômbia (IDH = 0,772) e Venezuela (IDH = 0,770).

Com relação ao Ceará, este foi o Estado que obteve a maior evolução no ranking nacional do IDH-M, saltando da 23ª para a 19ª posição no período entre 1991 e 2000. Segundo o "Novo Atlas do Desenvolvimento no Brasil", elaborado em conjunto pelo PNUD, IPEA e Fundação João Pinheiro (2003), o IDH-M do Ceará passou de 0,597 (1991) para 0,699 (2000).

Verificou-se, também, uma significativa melhora do IDH-M no município de Itapajé. Em 1991, este índice foi de 0,530 (57ª posição no ranking estadual e 4051ª no ranking nacional), enquanto que em 2000 foi de 0,641 (66ª posição no ranking estadual e 3905ª posição no ranking nacional). Apesar desta evolução, o IDH-M de Itapajé está, ainda, abaixo da média estadual.

Recentemente, a Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE publicou um documento intitulado Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) – 2000. Esse trabalho tem por objetivo mensurar os níveis de desenvolvimento alcançados pelos 184 municípios do Ceará, a partir de um conjunto de 30 indicadores (sociais, demográficos, econômicos e de infra-estrutura), possibilitando a hierarquização dos mesmos no contexto global do Estado.

Para a obtenção dos referidos resultados, foi utilizada a técnica multivariada de análise fatorial, através do método de componentes principais, que possibilita a construção de um índice específico para cada um dos quatro grupos de indicadores, classificados da forma a seguir: 1º grupo (IG1) – fisiográficos, fundiários e agrícolas; 2º grupo (IG2) – demográficos e econômicos; 3º grupo (IG3) – infra-estrutura de apoio; e 4º grupo (IG4) – sociais. Ao final, inclui-se um índice consolidado de desenvolvimento (IDM) para cada um dos municípios do

Ceará, que tanto permite comparações entre eles, em termos gerais, como entre os quatro grupos.

De acordo com essa metodologia, o município de Itapajé obteve a 54ª posição no ranking estadual, com um IDM de 29,48. É importante ressaltar que 161 municípios apresentaram um índice inferior a 35,93, representando cerca de 3.625.931 habitantes, ou seja, 49% da população do Estado do Ceará.

I.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

I.2.1 - Localização e Acesso

Segundo a Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará (IPLANCE)¹, o município de Itapajé está situado na porção norte do Estado do Ceará, região administrativa 2, microrregião homogênea de Uruburetama, bacia hidrográfica do rio Curu. Possui uma área geográfica de 399km² (segundo o IBGE a área é de 440km²), representando cerca de 0,27% do território cearense. Limita-se com os municípios de Uruburetama, Itapipoca, Irauçuba, Tejuçuoca, Apuiarés, Pentecoste e Umirim.

A sede municipal, situada a 262m de altitude em relação ao nível médio do mar, possui as seguintes coordenadas geográficas:

- **LATITUDE** 03°41'12" S

- **LONGITUDE** 39°35'10" W

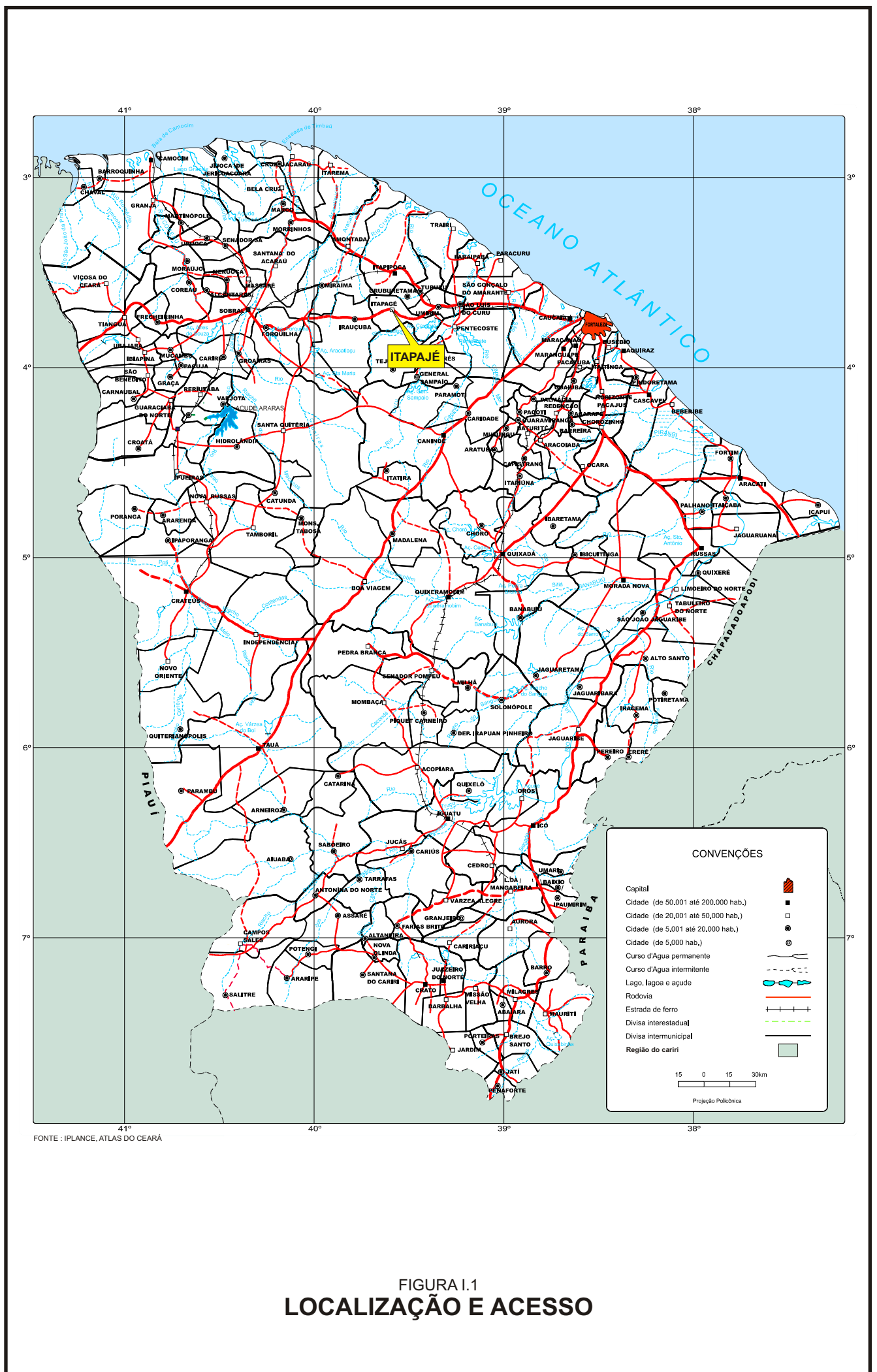
O principal acesso à sede municipal de Itapajé, a partir de Fortaleza, é feito através das rodovias BR-020 (até o anel viário de Caucaia) e BR-222, que cruza o seu perímetro urbano. Este percurso perfaz uma extensão total de, aproximadamente, 123 km.

A **Figura I.1** apresenta a localização geográfica da área objeto do estudo, no contexto estadual.

I.2.2 - Cartografia

A região de interesse para o projeto está totalmente inserida nas folhas sistemáticas da SUDENE SA.24-Y-D-V (IRAUCUBA) e SA.24-Y-D-VI (SÃO LUIZ DO CURU), em escala de 1:100.000, elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército – DSG. Essas folhas são dotadas de excelente nível técnico e resultam de restituições aerofotogramétricas. A equidistância das curvas de nível é de 40 metros, sendo inserida a toponímia da área coberta e de dados planimétricos detalhados. É relevante salientar que as fotografias aéreas que deram origem a este trabalho datam de 1969, sendo que o apoio básico e o apoio suplementar foram realizados em 1970/1971, e a restituição em 1972.

¹ Perfil Básico Municipal 2000 (<http://www.iplance.ce.gov.br>. Acesso em 22 julho 2002).



Para auxiliar o estudo, foi disponibilizado junto à EMBRAPA mosaicos homogêneos de imagens multitemporais do satélite LANDSAT 7/ETM+, em composição colorida das bandas espectrais 5,4,3/RGB, do dia 10/07/1999. O georreferenciamento das imagens foi feito a partir de pontos cartográficos obtidos nas folhas sistemáticas da SUDENE. A resolução espacial é de 30 metros.

I.2.3 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

A geologia cearense é representada, basicamente, por rochas do embasamento cristalino (75%) e por rochas sedimentares (25%), conforme pode-se visualizar na [Figura 1.2](#) apresentada a seguir.

O município de Itapagé está situado na região do sistema de dobramento Curu-Independência pertencente à Província de Borborema. Apresenta um Tabela geológico relativamente simples, observando-se um predomínio de rochas do embasamento cristalino de idade pré-cambriana, representadas por granitos, gnaisses e migmatitos. Sobre esse substrato, repousam coberturas aluvionares, de idade quaternária, encontradas ao longo dos principais cursos d'água que drenam o município.

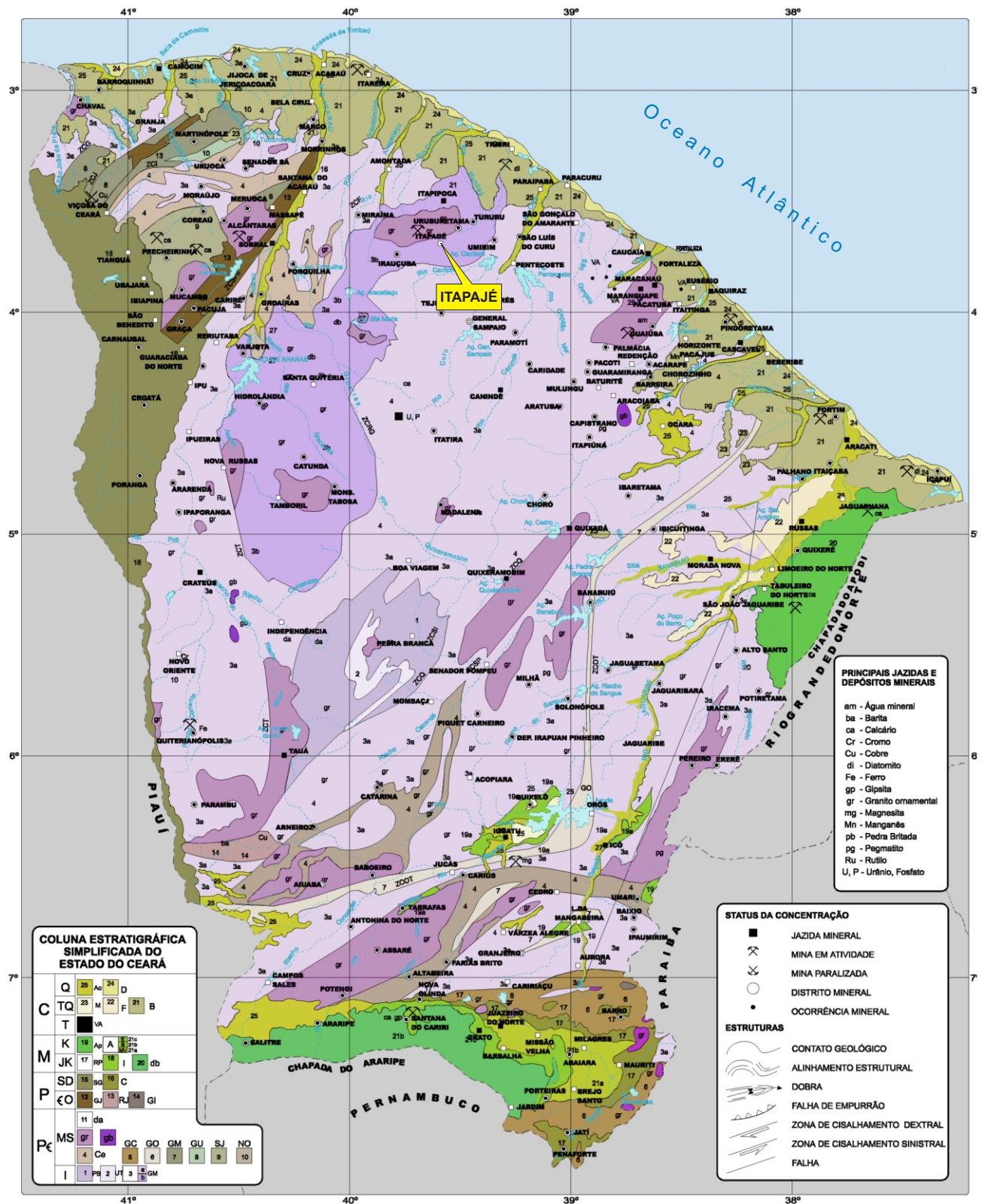
I.2.4 - Relevo

Um relevo de cristas e colinas, estabelecidas em maciços residuais, é observado na porção oeste do território municipal, enquanto a leste situa-se a Depressão Sertaneja, superfície de aplainamento com formas suaves e pouco dissecadas. As altitudes são acima dos 700 metros na serra, e próximas dos 200 metros no nível base. Solos litólicos, podzólicos e secundariamente bruno não-cálcicos são encontrados na região, tendo desenvolvida uma vegetação de caatinga arbustiva aberta, por vezes mais densa, e mata seca (Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial) nas porções mais elevadas do terreno.

I.2.5 - Solos e Uso Atual

De acordo com a [Figura 1.3](#) observa-se que há uma predominância, na região de Itapagé, de solos Litólicos e solos Podzólicos Vermelho-Amarelo, que englobam, respectivamente, cerca de 54% e 36% do território municipal.

Os Litólicos são solos minerais não-hidromórficos, pouco desenvolvidos, com seqüência de horizontes A-R ou A-C-R, ocorrendo em alguns locais início da formação de um horizonte B incipiente. O material originário em grande parte corresponde ao saprolito da rocha adjacente, sendo comuns gnaisses, granitos, arenitos, filitos, siltitos e outros, pertencentes a diversos períodos geológicos. São rasos a muito rasos, o relevo varia de plano até montanhoso, possuem drenagem de moderada a acentuada e são bastante susceptíveis à erosão.



Fonte: IPLANCE - Atlas do Ceará, 1997.

FIGURA I.2
MAPA GEOLÓGICO

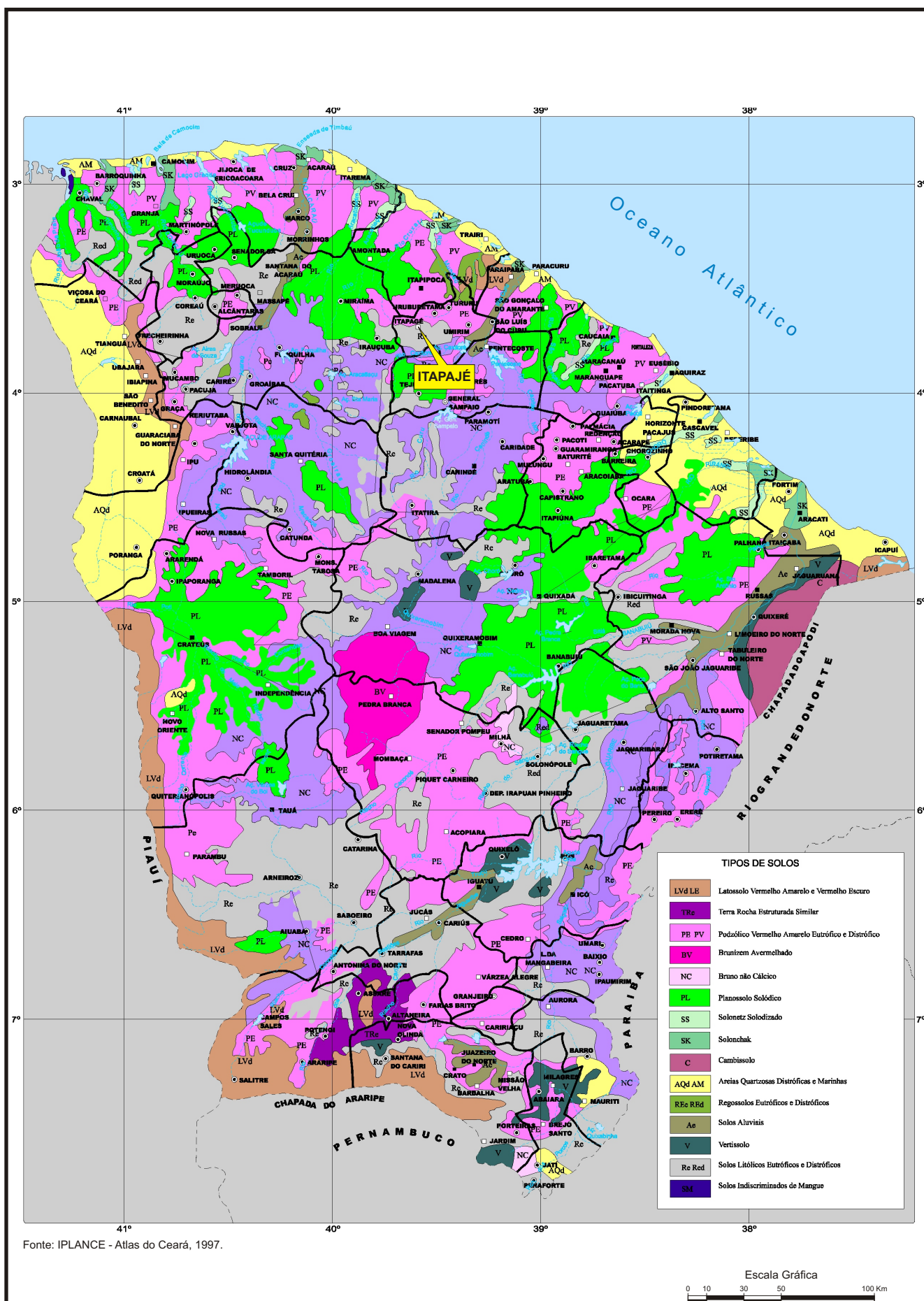


FIGURA I.3
MAPA DE SOLOS

Os Podzólicos Vermelho-Amarelo são solos minerais não-hidromórficos, com horizontes A ou E seguidos de B textural não-plíntico, argila de atividade alta ou baixa e teores de óxido de ferro menor que 11%, apresentando distinta individualização de horizontes. São muito profundos, profundos e em menor escala rasos, podendo o horizonte A ser fraco, moderado ou, ainda, chernozêmico. A textura do horizonte diagnóstico Bt predomina a argilosa e média, sendo bem ou moderadamente drenados, constatando-se também solos com drenagem acentuada e imperfeita.

Segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em 1999, haviam 744 imóveis rurais cadastrados em Itapajé, totalizando uma área de 41.105 hectares, sendo 544 (8.629 ha) correspondes a minifúndio (não classificados), 157 (13.280 ha) são pequenas propriedades, 38 (11.860 ha) são médias propriedades e 5 (7.336 ha) são grandes propriedades. Dos imóveis classificados, 49 (8.026 ha) foram enquadrados na categoria produtiva e 151 (24.450 ha) na categoria não-produtiva.

De acordo com os dados da **Tabela I.1**, o uso do solo na lavoura, em 1999, deu-se da seguinte forma: 53% da área plantada era de banana, 18% de feijão, 18% de milho, 5% de cajueiros, 3% de algodão herbáceo e 3% outros cultivos.

Tabela I.1- Uso do solo na lavoura no município de Itapajé, em 1999

PRODUTOS	ÁREA (ha.)	PRODUÇÃO (ton.)	RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha.)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)
Acerola	11	33	3.000	9.900,00
Algodão herb. (caroço)	300	270	900	162.000,00
Arroz (casca)	120	96	800	35.520,00
Banana (1.000 cachos)	4.950	2.435	492	1.582.750,00
Café	5	3	600	6.000,00
Cana-de-açúcar	5	100	20.000	3.000,00
Castanha de caju	426	96	225	91.200,00
Coco da Bahia (1.000 frutos)	20	90	4.500	27.000,00
Feijão (grãos)	1.705	683	401	512.100,00
Laranja (1.000 frutos)	1	32	32.000	800,00
Mamona	2	2	1.000	300,00
Mandioca	48	384	8.000	21.120,00
Manga (1.000 frutos)	30	1.800	60.000	54.000,00
Milho	1.700	1.360	800	326.400,00
TOTAL	9.323	7.384	-	2.832.090,00

FONTE: IPLANCE. Perfil Básico Municipal 2000 (<http://www.iplance.ce.gov.br>. Acesso em 22 jul 2004).

I.2.6 - Vegetação

O sistema adutor projetado se desenvolverá em áreas com predomínio de vegetação de caatinga arbustiva aberta, na maior extensão de seu traçado. Ocorrendo, ainda, as

formações de matas secas (Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial). Esse perfil vegetacional encontra-se atualmente bastante descaracterizado, face os desmatamentos provocados pela ação antrópica.

Muito embora atinja terrenos dessas unidades vegetacionais, o projeto não causará danos à sua integridade, uma vez que será implantado nas áreas marginais de rodovias. O desenvolvimento do sistema adutor se dará integralmente na faixa de domínio dessas rodovias, não tendo sido constatadas interferências nem com atividades econômicas, nem com habitações ou outras edificações ao longo do seu percurso.

A área onde se desenvolve o sistema adutor não interfere unidades de conservação declaradas pelo poder público.

I.2.7 - Recursos Hídricos

I.2.7.1 - Águas Superficiais

O município de Itapajé está inserido na bacia hidrográfica do rio Curu. Como principais drenagens superficiais pode-se mencionar os rios Caxitoré e Itapajé. Destacam-se também os riachos São Joaquim e Camocim. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará (SRH, 1992), o nível de açudagem na época era de 16 açudes, com capacidade total estimada em 10,02 hm³.

I.2.7.2 - Águas Subterrâneas

I.2.7.2.1 - Domínios Hidrogeológicos

No município de Itapajé pode-se distinguir dois domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas e depósitos aluvionares.

As rochas cristalinas predominam totalmente na área e representam o que é denominado comumente de "aqüífero fissural". Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semi-áridas com

predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

1.2.7.2.2 - Diagnóstico Atual da Exploração

O levantamento realizado pela CPRM no município de Itapagé registrou a presença de 40 poços, todos do tipo tubular profundo, sendo 17 públicos e 23 privados. Não foram considerados os poços da FUNASA que abastecem a sede municipal. A situação atual dessas obras, levando em conta seu caráter público ou privado é apresentada na **Tabela 1.2**.

Tabela 1.2 - Situação atual dos poços tubulares cadastrados

Poços Tubulares				
Caráter	Abandonado	Desativado	Em Uso	Não Instalado
PUBLICO	4	10	3	-
PRIVADO	7	3	11	2

Fonte: CPRM. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. Fevereiro, 1999.

Para os poços tubulares privados verifica-se que dos 23 poços cadastrados 48% (11 poços) encontram-se em funcionamento, enquanto que 22% não estão sendo utilizados (desativados – 3; não instalados – 2). Com relação aos poços tubulares públicos, 10 poços (59%) encontram-se parados por estarem desativados e, conseqüentemente, podem ser aproveitados, enquanto que somente 18% (3 poços) estão sendo utilizados.

1.2.7.2.3 - Aspectos Quantitativos e Qualitativos

O objetivo básico é quantificar de forma referencial a produção de água subterrânea do município e verificar o aumento da oferta de água a partir das unidades de captação existentes não utilizadas (desativadas e não instaladas).

Deve-se ressaltar, entretanto, que os números aqui apresentados representam uma estimativa baseada em médias de produtividade de cada domínio hidrogeológico considerado, obtidas a partir de estudos regionalizados anteriores. Uma determinação mais precisa da produtividade e potencialidade dos poços existentes teria que passar por estudos detalhados a partir da execução de testes de bombeamento em todos os poços.

Para o caso do município de Itapagé, foi considerado para o domínio das rochas cristalinas, uma vazão média de 1,7m³/h, resultado de uma análise estatística de mais de 3.000 poços no cristalino do Estado do Ceará (Möbus, Silva & Feitosa, 1998).

Tabela I.3 – Estimativa da disponibilidade instalada atual e potencial das rochas cristalinas do município de Itapajé

Poços Tubulares	Estimativa da Disponibilidade Instalada Atual						
	Em Uso	Qe (m³/h)	Qe Total (m³/h)	Desativados/ Não Instal.	Qe (m³/h)	Qe Total (m³/h)	% de aumento da disponib. atual
PÚBLICOS	3	1,7	5,1	10	1,7	17,0	22,1
PRIVADOS	11	1,7	18,7	5	1,7	8,5	27,2
TOTAL	14	-	23,8	15	-	25,5	49,3

Fonte: CPRM. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. Fevereiro, 1999.

Nota: Qe – Vazão de exploração.

A **Tabela I.3** mostra que, considerando-se 14 poços tubulares em uso no cristalino, pode-se inferir uma produção atual da ordem de 23,8m³/h de água para todo o município de Itapajé, sendo que 5,1m³/h são devidos a poços públicos e 18,7m³/h a poços privados. Caso seja implantada uma política de recuperação e/ou instalação dos poços que atualmente não estão em uso, estima-se que seria possível atingir um aumento da ordem de 107% (25,5m³/h) em relação à atual oferta d'água subterrânea. Considerando-se somente os poços de domínio público, o aumento estimado seria de 17m³/h, ou seja, 71%.

Do ponto de vista qualitativo, foram considerados, para classificação, os seguintes intervalos para STD (Sólidos Totais Dissolvidos):

0 a 500 mg/L água doce
 500 a 1.500 mg/L água salobra
 > 1.500 mg/L água salgada

Os resultados mostraram que os poços analisados apresentaram águas com teores de sais superiores a 500mg/L, sendo classificadas entre salobras e salgadas na seguinte proporção: salgadas (52%) e salobras (48%).

I.2.7.2.4 - Conclusões e Recomendações

A análise dos dados referentes ao recenseamento de poços executado no município de Itapajé permitiu estabelecer as seguintes conclusões:

- Em termos de domínio hidrogeológico predomina o das rochas cristalinas, que apresenta um baixo potencial hidrogeológico, caracterizado por baixas vazões e péssima qualidade de água. É neste contexto que se encontra a totalidade dos poços tubulares (40 poços) cadastrados no município;
- Depósitos aluvionares também estão presentes na região. Apesar disso, não foram cadastrados poços do tipo amazonas ou tubular captando água desse domínio;

- A situação atual dos poços existentes no município é a seguinte:

Tabela I.4 – Situação atual dos poços existentes no município de Itapajé

Categoria	Em uso	Paralisados Definitivamente	Paralisados Passíveis de Funcionamento
PÚBLICOS	18%	23%	59%
PRIVADOS	48%	30%	22%

- Levando em conta os poços tubulares paralisados passíveis de entrar em funcionamento, pode haver um aumento na oferta de água do município de cerca de 107%, considerando poços públicos e privados, ou 71% considerando apenas os públicos;
- Em termos de qualidade, as amostras analisadas mostraram que a totalidade dos poços tubulares apresentou águas com teores elevados de sais dissolvidos, sendo que 52% possuem águas salinizadas, somente recomendadas para o consumo animal e uso humano secundário (lavar, banho e etc.).

I.2.8 - Climatologia

A caracterização climática da região será feita a partir dos dados da estação hidroclimatológica de Pentecoste, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), cujos indicadores são os seguintes:

- A amplitude térmica anual é muito pequena. A temperatura média anual é de 27,0°C, com a média das máximas e das mínimas ocorrendo nos meses de outubro (33,6°C) e julho (20,4°C), respectivamente;
- A insolação anual atinge o valor de 2.538,2 horas, com o máximo de 256,6 horas ocorrendo em outubro;
- A evaporação média anual, observada em tanque classe A, atinge o valor de 1.463,7mm, sendo em outubro o mês onde são registrados os maiores valores (média de 170,7mm);
- A umidade relativa média anual é de 72,3%, sendo o valor mínimo registrado em setembro (62,1%) e o máximo no mês de março (84,8%);
- A precipitação média anual é de 914,2mm, sendo que cerca de 77% deste total ocorre no quadrimestre fevereiro/março/abril/maio;

A **Tabela I.5** mostra os dados climáticos da estação de Pentecoste, e as representações gráficas de seus principais indicadores são apresentadas nas **Figuras I.4 a I.6**.

Tabela I.5 - Principais Dados Climáticos da Estação de Pentecoste-CE

PARÂMETRO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
Temperatura Média Compensada (°C)	34,6	36,1	34,6	34,5	40,0	36,0	38,1	42,7	41,6	41,6	40,6	40,2	38,4
Temperatura Média Máxima (°C)	33,6	32,3	31,1	31,1	31,7	31,8	31,0	32,6	33,3	33,6	33,6	33,2	32,4
Temperatura Média Mínima(°C)	23,0	23,1	23,5	22,7	22,1	21,5	20,4	21,4	21,3	21,6	21,6	23,3	22,1
Nebulosidade (0-10)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Insolação (horas)	206,5	158,7	141,1	162,4	198,8	207,7	225,0	256,0	244,4	256,6	251,3	229,7	2.538,2
Umidade Relativa (%)	72,0	78,4	84,8	84,7	82,2	77,5	69,8	62,9	62,1	63,4	64,0	65,7	72,3
Precipitação Média (mm)	65,5	127,9	207,8	267,0	102,7	67,0	39,2	3,2	3,9	3,6	3,6	22,9	914,2
Evaporação Média (mm)	127,0	92,6	63,7	74,0	77,8	98,0	120,1	161,2	166,2	170,7	161,2	151,2	1.463,7
Pressão Atmosférica (hPa)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-

Fonte: CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Diretor da Bacia do Curu. Revisão e Análise dos Estudos Existentes. Volume I, Tomo 1. SHS Nordeste, Fortaleza, 1996

Figura I.4 - Temperaturas Médias

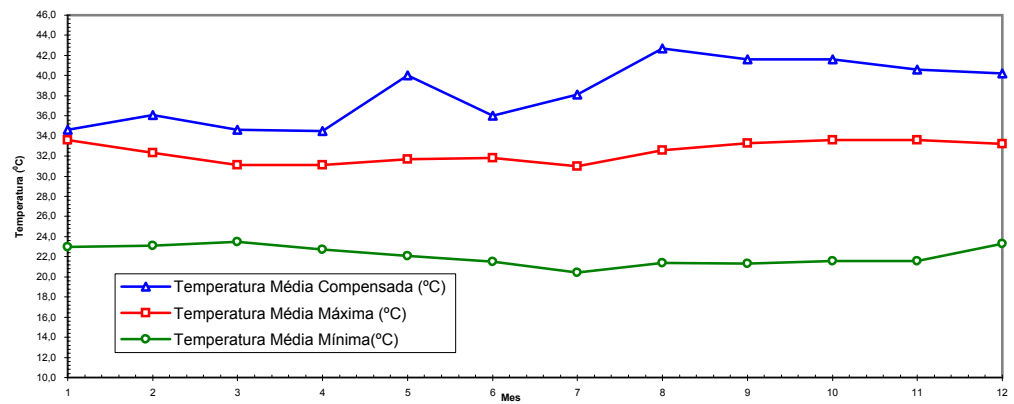


Figura I.5 - Precipitação x Evaporação

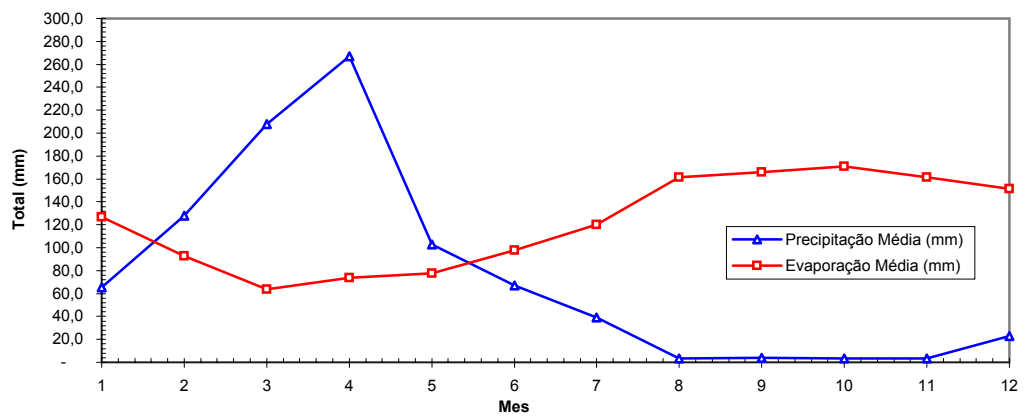
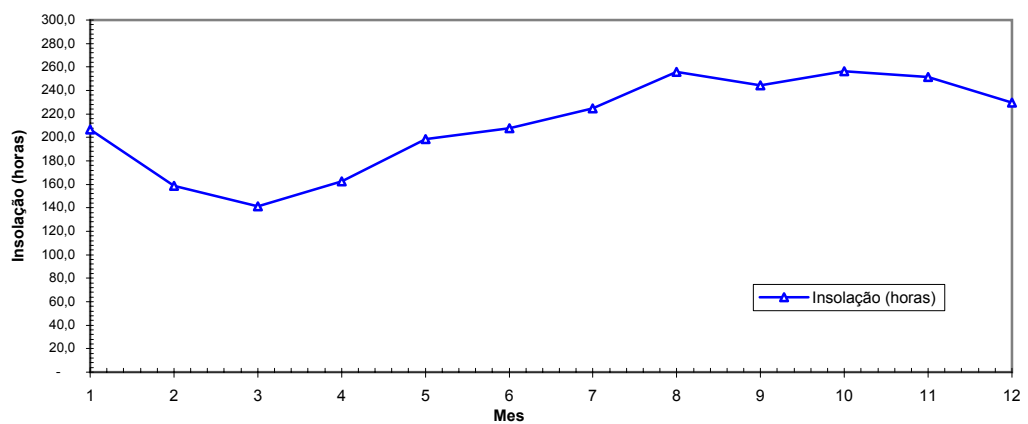


Figura I.6 - Insolação



I.2.9 - Meio Ambiente

O município de Itapajé está inserido, em parte, na unidade geoambiental denominada Sertões do Centro-Norte (superfície de aplainamento moderadamente dissecada em interflúvios tabulares e em colinas rasas, com níveis altimétricos entre 200-300m em rochas do embasamento cristalino e áreas de contato embasamento-Formação Barreiras). Essa região é considerada como um ambiente de transição, com tendência a estabilidade e vulnerabilidade moderada. Essa unidade é favorável à utilização agropastoril com manejo adequado dos solos e das pastagens; muito favorável, também, à utilização de rochas ornamentais, especialmente granitos. A intensificação das condições de recuperação ambiental podem conduzir perspectivas de sustentabilidade baixa a moderada.

Outra parte de seu território está inserida na unidade geoambiental denominada Serras Úmidas e Sub-úmidas (áreas serranas dispersas pelas depressões sertanejas, posicionadas próximas ao litoral, com altitudes entre 650-900m e relevos fortemente dissecados em feições de colinas e cristas em rochas do embasamento cristalino). É considerado um ambiente de transição com tendência à instabilidade nas vertentes mais íngremes e com vulnerabilidade moderada a forte; tendência à estabilidade nos setores de topografia mais suaves ou planas, como nos alvéolos. São áreas favoráveis às lavouras de ciclo longo, cafeicultura, fruticultura e olericultura; favoráveis à silvicultura e ao uso urbano-turístico. Sustentabilidade moderada com utilização de técnicas agrícolas conservacionistas; sustentabilidade baixa se mantidas as atuais condições de uso e de desmatamento indisciplinado.

I.3 - DINÂMICA ECONÔMICA

Segundo o IPLANCE (Anuário Estatístico do Ceará – 1998)², o Produto Interno Bruto (PIB) do município de Itapajé, a preço de mercado, totalizou um montante em 1998 de R\$ 45,6 milhões (0,24% do PIB do Ceará). Esse valor corresponde a um PIB per capita de R\$ 1.160 (o PIB per capita do Estado foi de R\$ 2.691). As atividades econômicas predominantes encontram-se vinculadas principalmente ao setor terciário que corresponde a 73% do PIB municipal (IPLANCE, Índice de Desenvolvimento Municipal 2000)³.

I.4 - POPULAÇÃO ALVO

I.4.1 - Generalidades

A população alvo do presente estudo está restrita a população urbana residente na sede municipal de Itapajé, nos distritos de Iratinga e Pitombeira, e nas comunidades de Retiro (pertencente ao município de Tejuçuoca) e Serrote do Meio.

² IPLANCE, Perfil Básico Municipal 2000 (<http://www.iplance.ce.gov.br>. Acesso em 22 jul 2002).

I.4.2 - Taxas de Crescimento

De acordo com a Fundação IBGE, a evolução populacional das localidades alvo do projeto, no período de 1991 a 2000, deu-se conforme os números apresentados na **Tabela I.6** apresentada a seguir.

Tabela I.6 - Dados Popacionais

LOCALIDADE	POPULAÇÃO RESIDENTE (habitantes)								
	URBANA			RURAL			TOTAL		
	1991	1996	2000	1991	1996	2000	1991	1996	2000
ITAPAJÉ	18.970	23.440	27.459	14.675	14.188	13.634	33.645	37.628	41.093
Itapajé	16.200	20.041	23.436	3.917	3.818	3.314	20.117	23.859	26.750
Iratinga	1.789	2.138	2.652	2.205	2.133	1.597	3.994	4.271	4.249
Pitombeira	234	280	274	1.616	2.136	1.773	1.850	2.416	2.047
Serrote do Meio (1)	ND	ND	150	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TEJUÇUOCA	2.213	2.998	4.157	9.592	8.288	9.362	11.805	11.286	13.519
Retiro (2)	ND	ND	1.500	ND	ND	ND	ND	ND	ND

FONTE: Fundação IBGE (Censo Demográfico 1991/2000 e Contagem da População 1996);

NOTAS: (1) Estimado a partir de contagem expedita de casas (30 unidades); (2) Estimado a partir de contagem expedita de casas (300 unidades); (3) ND – Dado não disponível.

Observam-se, portanto, as seguintes taxas anuais médias de crescimento demográfico (Método da Progressão Geométrica), conforme pode-se observar na **Tabela I.7** apresentado a seguir:

Tabela I.7 - Taxas de Crescimento Geométrico da População Residente (% a.a.)

LOCALIDADE	TAXAS DE CRESCIMENTO (% a.a.)								
	URBANA			RURAL			TOTAL		
	91/96	96/00	91/00	91/96	96/00	91/00	91/96	96/00	91/00
ITAPAJÉ	4,32	4,04	4,19	-0,67	-0,99	-0,81	2,26	2,23	2,25
Itapajé	4,35	3,99	4,19	-0,51	-3,48	-1,84	3,47	2,90	3,22
Iratinga	3,63	5,53	4,47	-0,66	-6,98	-3,52	1,35	-0,13	0,69
Pitombeira	3,65	-0,54	1,77	5,74	-4,55	1,04	5,48	-4,06	1,13
Serrote do Meio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TEJUÇUOCA	6,26	8,51	7,26	-2,88	3,09	-0,27	-0,90	4,62	1,52
Retiro	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

I.4.3 - Condições Econômicas e Sociais

I.4.3.1 - Generalidades

Segundo o documento intitulado Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) 2000, publicado pelo IPLANCE, o município de Itapajé obteve um IG4 (calculado a partir dos

³ IPLANCE, Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) 2000 (<http://www.iplance.ce.gov.br>. Acesso em 22 jul 2002).

indicadores sociais) de 60,65. Esse valor rendeu-lhe a 19ª posição no ranking estadual, sendo incluído na classe 2. Esta classe agrupa os 55 municípios que obtiveram índices superiores a 45,85 e inferiores a 65,78, representando cerca de 1.430.668 habitantes, ou seja, 19% da população do Ceará.

1.4.3.2 - Distribuição de Renda

Segundo os dados do IBGE (Censo Demográfico 2000), o valor do rendimento nominal médio mensal dos responsáveis pelos domicílios particulares permanentes, situados no município de Itapajé, no ano 2000, foi de R\$251, sendo que na cidade esse valor foi de R\$289, no distrito Iratinga foi de R\$221 e em Pitombeira foi de R\$166. Destaca-se que esses valores são bastante inferiores ao obtido a nível estadual, que foi de R\$448.

Outro dado relevante é que em 58% dos casos o rendimento nominal mensal da pessoa responsável pelo domicílio foi igual ou inferior a um salário mínimo. Na cidade esse índice foi de 55%, enquanto que em Iratinga foi de 52% e em Pitombeira foi de 67%. Observa-se que esse índice é bem superior ao obtido para o Estado, que foi de 46%, caracterizando, portanto, o elevado nível de pobreza da região.

1.4.3.3 - Educação

Segundo o IPLANCE (IDM 2000), a taxa de escolarização, em Itapajé, no ensino fundamental (2000) foi de 100%. A taxa de alfabetização de pessoas com idade igual ou superior a 10 anos foi de 72% e a taxa de aprovação no ensino fundamental foi de 79%. A nível estadual esses índices foram de 96%, 75% e 81%, respectivamente.

1.4.3.4 - Condições Sanitárias

De acordo com as informações do IBGE (Censo Demográfico 2000), dos 9.154 domicílios particulares permanentes existentes em Itapajé, apenas 59% (5.427 domicílios) eram atendidos pelo sistema público de abastecimento d'água, sendo que na cidade esse índice foi de 79% (4.822 domicílios), em Iratinga foi de 48% (437 domicílios) e em Pitombeira foi de 10% (46 domicílios).

Outro dado importante é que apenas 6.188 (68%) domicílios possuíam banheiro ou sanitário, e apenas 1.343 (15%) possuíam sistema de esgotamento sanitário adequado (rede de esgoto ou fossa séptica). Cabe destacar que 51% utilizam-se de fossas rudimentares como meio de esgotar seus efluentes. O restante utiliza-se de valas de infiltração (1%) e outros meios (1%).

Com relação aos resíduos sólidos apenas 5.653 (62%) domicílios eram atendidos pelo sistema público de coleta de lixo. O principal destino do lixo não coletado foi jogar em terreno baldio (60%). O restante queimou (27%) ou enterrou (1%) na propriedade, ou então jogou no rio (1%) ou deu outro destino qualquer (11%).

1.4.3.5 - Saúde

De acordo com a Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA), o município de Itapajé foi atendido em 1998 por 205 profissionais da saúde, sendo: 57 médicos, 10 dentistas, 15 enfermeiros, 54 agentes comunitários e 69 outros profissionais de saúde (14 de nível superior e 55 de nível médio). O Programa Saúde da Família (PSF) atendeu, ainda em 1998, 7.240 famílias (31.928 habitantes).

A **Tabela 1.8** apresenta os principais indicadores de saúde desse município.

Tabela 1.8 – Principais Indicadores de Saúde – 1999

DISCRIMINAÇÃO	REGISTRO	
	MUNICÍPIO	ESTADO
Atendimento médico/100 hab.	221,71	267,35
Atendimento odontológico/100 hab.	95,44	106,99
Nascidos vivos	1.104	105.677
Óbitos	25	3.694
Taxa de Mortalidade Infantil/1.000	22,60	34,96
Leitos/1.000 hab. ¹	2,04	2,41
Unidades de Saúde/1.000 hab. ¹	0,56	0,34

Fonte: Secretaria Estadual da Saúde – SESA (¹) Dados de 1998

1.5 - PROBLEMÁTICA DO ABASTECIMENTO

1.5.1 - Sistemas Existentes

1.5.1.1 - Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

1.5.1.1.1 - SAA de Itapajé

O SAA de Itapajé é atualmente gerenciado por uma autarquia municipal (Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Itapajé). Segundo informações obtidas em 27/03/2002, o sistema funciona através de manobras, ficando parte da cidade sem água durante 48 horas. O mesmo não possui uma fonte hídrica que garanta a demanda requerida pela cidade durante todo o ano, principalmente em época de estiagem.

Possui como mananciais o açude Escorado e cinco poços amazonas, sendo três deles na localidade de Pau Ferrado (com coordenadas ESTE: 484.315m e NORTE: 9.594.514m) e os outros dois na localidade do Frade (com coordenadas ESTE: 483.666m e NORTE: 9.593.792m).

A partir do açude Escorado segue um sistema adutor gravitário com 7,0km de extensão composto por: 2 linhas adutoras de ferro dúctil, em paralelo, com DN 100mm e 1,75km de extensão (cada); 1 linha adutora de ferro dúctil com DN 150mm e 1,75km de comprimento; e 1 linha adutora de ferro dúctil com DN 200mm e 3,5km.

Os poços situados na localidade de Pau Ferrado são equipados com conjuntos motor-bomba de 15CV, recalçando água bruta para um reservatório de reunião com capacidade

de 200m³. Anexo a esse reservatório uma estação elevatória (Vazão de 60m³/h e Potência de 20CV) é responsável pelo recalque da água bruta até a Estação de Tratamento de Água (ETA) através de uma adutora de PVC com DN 200mm e 3,0km de extensão.

Os outros dois poços, situados na localidade do Frade, também fornecem água bruta para a ETA de Itapajé. O recalque é feito através de estações elevatórias instaladas nos respectivos poços que conduzem o referido líquido através de uma adutora de 200mm de diâmetro em PVC com 2,0km de extensão.

A ETA possui capacidade de 240m³/h sendo constituída por 2 floculadores, 2 decantadores, 4 filtros rápidos descendentes, 1 tanque de contato com capacidade de 278m³ e 1 casa de química, onde são dosados e lançados os produtos químicos necessários para a coagulação e desinfecção da água.

O sistema de reservação de água tratada compõe-se de 3 reservatórios semi-enterrados de 400m³ e um reservatório elevado de 378m³, todos situados na área da ETA.

O sistema de distribuição tem cerca de 5.400 ligações reais e 30km de extensão.

É relevante salientar que existe, desde de JULHO/1999, um sistema adutor de água bruta com 17km de extensão que nunca entrou em operação, com captação no leito do rio Caxitoré.

1.5.1.1.2 - SAA de Iratinga

A fonte hídrica é o açude São Miguel, com capacidade de acumulação de 1,40hm³. A qualidade da água deste reservatório está bastante comprometida (ver ANEXO I – LAUDOS DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E ORGANOLÉPTICAS).

A captação de água bruta é feita através de uma EB (Vazão de 30m³/h e Potência de 15CV) situada na barragem do referido manancial. A partir desta EB a água é recalçada diretamente para um reservatório apoiado de 60m³, situado na parte mais alta do distrito, passando antes por um precário sistema de filtração. A adução é feita por uma tubulação de PVC DN 110mm com 220m de extensão.

A ETA (implantada em 1988) é formada por 1 decantador tubular (diâmetro de 1m e altura de 2,7m), 1 filtro rápido (diâmetro de 1,5m e altura de 4,8m), casa de química e etc. Atualmente não é feita coagulação química, apesar da qualidade da água requerer. O único tratamento feito é desinfecção com aplicação de cloro no reservatório apoiado.

O sistema de distribuição atende 450 domicílios (nível de cobertura de 50%) e é formado por tubulações de PVC (DN 40mm a DN 150mm) com extensão aproximada de 8km.

I.5.1.1.3 - SAA de Pitombeira

A população desse povoado é abastecida através de um poço amazonas construído nas margens do rio Caxitoré.

A captação é feita através de uma EB de potência instalada de 5CV. A partir da EB a água segue para o reservatório elevado de 40m³ através de uma tubulação de PVC DN 60mm e aproximadamente 600m de extensão. O tratamento d'água é filtração seguida de desinfecção.

O sistema de distribuição atende 75 domicílios (nível de cobertura de 70%) e é formado por tubulações de PVC (DN 40mm a DN 75mm) com extensão aproximada de 1,5km.

I.5.1.1.4 - SAA de Serrote do Meio

A população é atendida por um poço tubular e um dessalinizador. Não existe sistema de distribuição.

I.5.1.1.5 - SAA de Retiro

Esta comunidade do município de Tejuçuoca é abastecida através de 2 poços amazonas situados no leito do rio Caxitoré.

Da captação a água é recalçada até um reservatório elevado de 10m³, através de uma EB com capacidade instalada de 7,5CV e uma tubulação de PVC DN 50mm e 280m de extensão. A água é desinfetada através de aplicação de cloro no referido reservatório.

A rede de distribuição atende cerca de 90 (30%) domicílios, com 1,5km de extensão.

I.5.1.2 - Sistema de Esgotamento Sanitário

De todas as comunidades alvo do projeto, apenas a cidade de Itapajé conta com rede de esgotamento sanitário, atendendo cerca de 20% dos domicílios.

I.6 - ESTUDO DE DEMANDAS

I.6.1 - Introdução

A previsão de demanda é um instrumento básico de planejamento, necessário para o correto dimensionamento da oferta, e para o direcionamento de medidas de gestão da demanda. Fundamentalmente consiste na projeção para o futuro, a partir de indicadores observados no passado, considerando os fatores que possam alterar suas tendências. Embora simples em sua formulação, e auto-explicativa quanto a sua necessidade, a previsão de demanda não tem sido um instrumento largamente utilizado no Brasil. Usualmente os sistemas são planejados com base em projeções de consumo de água "per capita", que embora constitua um elemento importante da previsão, não chega a ser – ele mesmo – a previsão.

Conceitualmente, uma previsão é qualquer afirmação sobre o futuro (Boland, op.cit., p81). Quando não associada a conceitos mais precisos, a previsão, no sentido de um prognóstico geral, pode incluir qualquer método. Ou seja, em si mesmo, o conceito de previsão não está associado a um método específico de ordenamento e análise de dados.

Quando se evocam os conceitos de projeção e de extrapolação, diferentemente do caso da previsão, existe um vínculo metodológico específico. A projeção consiste no tratamento estatístico de tendências passadas e sua projeção para o futuro, levando em conta possíveis tendências regressivas ou progressivas que venham a mudar o comportamento até então observado. A extrapolação consiste na utilização direta de dados passados observados, sem considerar possíveis modificações de tendências.

Os modelos de previsão de demanda, dependendo dos tipos de técnicas empregadas para obtenção de informações, e da maneira como as processam na construção de cenários, podem ser classificados (Jones et al., 1984 p.61) como:

Previsão (conceito mais amplo) – abrangendo qualquer tipo de afirmação sobre o futuro;

Estimativa – uma previsão condicional, baseada em pressupostos implícitos ou explícitos;

Projeção – uma estimativa baseada, ao menos em parte, na continuação de uma ou mais tendências passadas;

Extrapolação – uma estimativa baseada em pressupostos que se baseiam inteiramente na continuação de tendências passadas.

Os métodos de estimativa são classificados, na literatura de referência da área (Jones et. Al, op. Cit.; Herrington e Gardiner, 1986, U.S. Office of Water Research and Technology, s.f.d.), segundo seis grandes categorias, de acordo com as formas de contabilizar as correlações que estabelecem entre parâmetros e consumo de água na previsão de demanda, a saber:

- Contabilização “per capita”;
- Contabilização por ligação;
- Coeficientes de uso unitário;
- Modelos de múltiplas variáveis explicativas;
- Modelos econométricos;
- Modelos de contingência.

O determinante básico na escolha de métodos de previsão de demanda é a disponibilidade de dados confiáveis, pois é preferível alimentar um modelo com poucos dados de boa confiabilidade, do que com muitos dados de confiabilidade discutível. Outro aspecto importante para a escolha do método é a finalidade específica a que se destinam seus resultados.

No trato das projeções de população, sempre necessários, independentemente de que combinações de métodos e modelos se mostrem mais adequadas, é importante observar alguns cuidados básicos na análise estatística. De maneira geral o ajuste de curvas deve obedecer a um processo criterioso de verificação de tendências, a partir de pontos determinados por observação real, censitária ou amostral. Caso os pontos obtidos dessa maneira não mostrem com clareza uma configuração definida (logística, logarítmica, exponencial e etc.) é recomendável optar pelo critério mais simples, dos mínimos quadrados (linear).

1.6.2 - Parâmetros de Projeto

Os parâmetros de cálculo utilizados neste estudo, levaram em conta o roteiro descrito no **Anexo 2.C do Manual Operativo do PROÁGUA/Semi-Árido (2ª Edição, Abril/2000)**, baseando-se nos seguintes indicadores:

Consumo per capita de água (q):

Itapajé 112,5 l/hab/dia

Demais localidades..... 90,0 l/hab/dia

Índice de abastecimento (IAb):

Itapajé 90%

Demais Localidades..... 100%

Índice de perdas físicas (Ip) = 25%

Coefficiente do dia de maior consumo (k1) = 1,2

Coefficiente da hora de maior consumo (K2) = 1,5

População de Projeto (P)

Estimada a partir da população atual, aplicando-se as taxas de crescimento adotadas durante a vida útil do projeto (30 anos). Essas taxas devem se situar entre 1,1% a 2,1% ao ano (determinação do PROÁGUA/Semi-Árido).

Vazões de Dimensionamento

$$Q_m = \frac{P \times q}{(1 - ip) \times 86400} \text{ (vazão média diária, em l/s);}$$

$$Q_d = Q_m \times k_1 \text{ (vazão máxima diária, em l/s);}$$

$$Q_h = Q_d \times k_2 \text{ (vazão máxima horária, em l/s).}$$

Reservação

O cálculo da reserva necessária para compensar as variações sazonais da demanda, adotou-se a relação correspondente a 1/3 do volume ofertado no dia de maior consumo.

I.6.3 - Projeção Populacional

Os estudos de projeção populacional são bastante complexos, já que envolvem diversas variáveis (infelizmente nem sempre quantificáveis), que podem interagir na localidade específica em análise tais como: aspectos sociais, econômicos, geográficos, históricos e etc.

As sofisticações matemáticas, associadas às determinações dos parâmetros de algumas equações de projeção populacional, perdem o sentido se não forem embasadas por informações paralelas. Daí, o bom senso do analista é de suma importância na escolha do método de projeção a ser adotado, e na interpretação dos resultados.

Ainda que a escolha possa se dar tendo por base o melhor ajuste aos dados censitários disponíveis, a projeção, a partir da curva de regressão ajustada, exige percepção e cautela.

Observa-se, portanto, que é interessante considerar-se a inclusão de uma certa margem de segurança na estimativa, no sentido de que as populações reais futuras não venham, facilmente, ultrapassar a população de projeto estimada, a não ser que apareça alguma forte causa imprevisível, induzindo a precoces sobrecargas no sistema implantado.

Com o propósito de estimar a demanda de água para as comunidades alvo do projeto, projetou-se, inicialmente, a população urbana destas localidades, considerando-se os dados populacionais do IBGE (Censos Demográficos de 1991 e 2000; Contagem da População 1996), e modelos estatísticos apropriados às projeções de população.

I.6.3.1 - Metodologia

Com o propósito de estimar a demanda de água para as comunidades alvo do estudo, projetou-se a população urbana residente nessas localidades (sede municipal de Itapajé, distritos de Iratinga e Pitombeira, e povoados de Serrote do Meio e Retiro), considerando-se os dados da Fundação IBGE (os censos de 1991 e 2000, e Contagem da População – 1996), contagem expedita das residências, informações da Prefeitura Municipal, e modelos estatísticos apropriados.

Na realidade, são diversos os métodos e modelos aplicáveis aos estudos de crescimento populacional. Neste estudo, contudo, considerou-se quatro modelos estatísticos.

a) Modelo Linear

Conforme este modelo, o crescimento populacional é expresso por uma equação linear simples, ou seja:

$$P_n = a + bX_n, \text{ onde:}$$

P_n = população da localidade no n-ésimo ano;

X_n = número de anos entre T_n e T_o ($x = T_n - T_o$);

a e b = parâmetros a serem estimados.

b) Modelo Potência

Este modelo considera a função potência como básica para a determinação da população futura, isto é:

$$P_n = a \times X_n^b \quad (a > 0)$$

c) Modelo Exponencial

$$P_n = a e^{bX_n} \quad (a > 0; P_n > 0)$$

d) Modelo Logarítmico

Este modelo pressupõe que os dados ajustam-se a uma função logarítmica, ou seja:

$$P_n = a + b_x L_n(X_n)$$

1.6.3.2 - Escolha do Modelo para a Previsão de População

Os dados básicos empregados nas análises estão apresentados na [Tabela 1.9](#), a seguir. Foram feitos ajustamentos econométricos apenas para a sede municipal de Itapajé e para os distritos de Iratinga e Pitombeira, pois não existe série histórica censitária para as demais localidades.

Tabela 1.9– População Urbana

LOCALIDADES	PERÍODO DE REFERÊNCIA		
	1991	1996	2000
Itanaié	16 200	20 041	23 436
Iratinga	1.789	2.138	2.652
Pitombeira	234	280	274
Serrote do Meio	ND	ND	150
Retiro	ND	ND	1.500
TOTAL	18.223	22.459	28.012

Após os ajustamentos, selecionou-se o modelo estatístico que melhor expressou a tendência histórica do crescimento populacional. O valor do coeficiente R^2 , associado a cada curva de regressão e a representatividade das taxas estimadas foram os critérios utilizados para escolher o modelo estatístico a ser empregado nas projeções.

As **Tabelas I.10, I.11 e I.12** apresentam os modelos estatísticos analisados, as equações de ajuste, os respectivos coeficientes R^2 , os valores populacionais observados (conforme os censos) e calculados para a sede municipal de Itapajé e para os distritos de Iratinga e Pitombeira.

Tabela I.10 – Modelos Ajustados: ITAPAJÉ

DISCRIMINAÇÃO	EQUAÇÃO AJUSTADA	R^2 (%)	POPULAÇÃO DO PERÍODO DE AJUSTE		
			1991	1996	2000
IBGE			16.200	20.041	23.436
Linear	$P = 802,53 \cdot X - 56.883$	99,92	16.147	20.160	23.370
Potência	$P = 3,4148 \cdot 10^{-4} \cdot X^{3,9185}$	99,99	16.213	19.994	23.462
Exponencial	$P = 385,94 \cdot e^{0,0411 \cdot X}$	99,94	16.243	19.948	23.512
Logarítmica	$P = 76477 \cdot \ln X - 328852$	99,83	16.125	20.216	23.338

Tabela I.11 – Modelos Ajustados:IRATINGA

DISCRIMINAÇÃO	EQUAÇÃO AJUSTADA	R^2 (%)	POPULAÇÃO DO PERÍODO DE AJUSTE		
			1991	1996	2000
IBGE			1.789	2.138	2.652
Linear	$P = 94,82 \cdot X - 6.878,10$	97,00	1.751	2.225	2.604
Potência	$P = 0,1423 \cdot 10^{-4} \cdot X^{4,1315}$	98,27	1.766	2.202	2.607
Exponencial	$P = 34,034 \cdot e^{0,0434 \cdot X}$	98,60	1.766	2.194	2.609
Logarítmica	$P = 9018,10 \cdot \ln X - 38930$	96,53	1.749	2.232	2.600

Tabela I.12 – Modelos Ajustados: PITOMBEIRA

DISCRIMINAÇÃO	EQUAÇÃO AJUSTADA	R^2 (%)	POPULAÇÃO DO PERÍODO DE AJUSTE		
			1991	1996	2000
IBGE			234	280	274
Linear	$P = 4,64 \cdot X - 181,16$	69,99	241	264	283
Potência	$P = 0,09 \cdot X^{1,76}$	72,05	240	264	283
Exponencial	$P = 45,53 \cdot e^{0,02 \cdot X}$	70,85	241	264	284
Logarítmica	$P = 446,13 \cdot \ln X - 1771,80$	71,20	241	264	283

Com base nesses resultados e nos critérios de escolha indicados anteriormente, selecionou-se os modelos: (1) Logarítmico para Itapajé ($R^2 = 99,83\%$); (2) Logarítmico para Iratinga ($R^2 = 96,53\%$); e (3) Potência para Pitombeira ($R^2 = 72,05\%$).

I.6.3.3 - Taxas de Crescimento Populacional

Com base no modelo selecionado, foram calculadas taxas geométricas médias de crescimento, apresentadas na **Tabela I.13**, conforme os períodos, as quais serão

empregadas para projetar a população futura das comunidades a serem beneficiadas pelo projeto. Observa-se que para as comunidades de Serrote do Meio e Retiro utilizou-se uma taxa média de 2% ao ano.

Tabela I.13 – Taxas de crescimento geométrico da população urbana nas comunidades alvo do projeto

Períodos	Taxas Crescimento (% a.a.)		
	Itapajé	Iratinga	Pitombeira
1996/2000	3,66	3,89	1,75
2001/2005	2,95	3,11	1,36
2006/2010	2,46	2,57	0,88
2011/2015	2,09	2,18	0,33
2016/2023	1,75	1,81	0,28
2003/2023	2,15	2,24	1,15
2003/2033	1,91	1,99	1,51
2000/2023	2,28	2,38	1,23

I.6.3.4 - Projeção da População Beneficiária do Projeto.

Tendo como base os cenários adotados nas análises das demandas futuras e as oportunidades distintas oferecidas por cada localidade, em função dos seus aspectos sócio-econômicos e de infra-estrutura, foram aferidas as tendências de crescimento para o horizonte de 2023 (segundo os Termos de Referência, o horizonte de projeto deve ser de 20 anos).

A **Tabela I.14** apresenta as projeções de população para as comunidades alvo do projeto. Os resultados obtidos ao longo do horizonte do projeto são resumidos a seguir:

ITAPAJÉ

Ano 2003 25.074 hab.
 Ano 2013 31.406 hab.
 Ano 2023 39.335 hab.

IRATINGA

Ano 2003 2.846 hab.
 Ano 2013 3.601 hab.
 Ano 2023 4.556 hab.

PITOMBEIRA

Ano 2003 283 hab.
 Ano 2013 322 hab.
 Ano 2023 362 hab.

SERROTE DO MEIO

Ano 2003 159 hab.

Ano 2013	193 hab.
Ano 2023	235 hab.

RETIRO

Ano 2003	1.592 hab.
Ano 2013	1.940 hab.
Ano 2023	2.365 hab.

POPULAÇÃO TOTAL BENEFICIADA

Ano 2003	29.954 hab.
Ano 2013	37.462 hab.
Ano 2023	46.853 hab.

I.6.4 - Estimativa da Demanda & Oferta: Cenário COM PROJETO

Conceitualmente, a demanda d'água da situação com projeto é calculada multiplicando-se o consumo per capita proposto pela população de cada ano do horizonte de análise do projeto, vezes o nível de atendimento considerado possível de ser atingido.

A oferta para a situação com projeto foi calculada considerando-se a demanda com projeto e as perdas do sistema (25%).

I.6.5 - Conclusões

A partir dos dados populacionais apresentados, e com a utilização dos parâmetros definidos anteriormente, calculou-se as demandas e as ofertas necessárias solicitadas por cada comunidade integrante do sistema. A partir destes valores, estimou-se as vazões e os volumes de reservação necessários para cada localidade. Os cálculos são apresentados ano a ano até o fim do horizonte do projeto, adotado como sendo 2023, considerando que o início de implantação do projeto se dará em 2003.

As **Tabelas I.15 a I.19** mostram os resultados das demandas x vazões x reservação individualmente para cada comunidade que formam o universo do projeto, e a **Tabela I.20** apresenta o resumo consolidado dos resultados da análise.

De acordo com esses dados, os principais indicadores de demandas, ofertas e vazões do projeto, relativos ao ano 2023, são os seguintes:

Demanda	1.700.640 m³/ano
Oferta	2.267.521 m³/ano

Vazões Máximas Diária

TOTAL	86,28 l/s
Itapajé	73,75 l/s
Iratinga	7,60 l/s

Pitombeira..... 0,60 l/s
Serrote do Meio 0,40 l/s
Retiro 3,94 l/s

Tabela I.14 - Evolução Populacional das Comunidades Objeto do Estudo

Ano	ITAPAJÉ		IRATINGA		PITOMBEIRA		S. DO MEIO		RETIRO		Pop. Total (hab.)
	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	
2000 (1)		23.436		2.652		274		150		1.500	28.012
2001		23.970		2.715		277		153		1.530	28.645
2002		24.516		2.780		280		156		1.561	29.293
2003		25.074		2.846		283		159		1.592	29.954
2004		25.645		2.914		286		162		1.624	30.631
2005		26.229		2.983		290		165		1.656	31.323
2006		26.826		3.054		294		168		1.689	32.031
2007		27.437		3.127		298		171		1.723	32.756
2008		28.062		3.201		302		174		1.757	33.496
2009		28.701		3.277		306		177		1.792	34.253
2010		29.355		3.355		310		181		1.828	35.029
2011	2,28	30.023	2,38	3.435	1,23	314	2,00	185	2,00	1.865	35.822
2012		30.707		3.517		318		189		1.902	36.633
2013		31.406		3.601		322		193		1.940	37.462
2014		32.121		3.687		326		197		1.979	38.310
2015		32.852		3.775		330		201		2.019	39.177
2016		33.600		3.865		334		205		2.059	40.063
2017		34.365		3.957		338		209		2.100	40.969
2018		35.147		4.051		342		213		2.142	41.895
2019		35.947		4.147		346		217		2.185	42.842
2020		36.766		4.246		350		221		2.229	43.812
2021		37.603		4.347		354		225		2.274	44.803
2022		38.459		4.450		358		230		2.319	45.816
2023		39.335		4.556		362		235		2.365	46.853

NOTA (1): Os dados populacionais referentes ao ano 2000 estão de acordo com o Censo Demográfico do IBGE.

Tabela I.15 - Itapajé: Evolução das Demandas & Ofertas

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab/dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s) - 24 h		Reserv. Nec. (m³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
2000	2,28	23.436	25,00	112,50	150,00	90,00	866.106,68	1.154.808,91	36,62	43,94	1.265,47
2001		23.970	25,00	112,50	150,00	90,00	885.841,31	1.181.121,75	37,45	44,94	1.294,27
2002		24.516	25,00	112,50	150,00	90,00	906.019,43	1.208.025,91	38,31	45,97	1.323,94
2003		25.074	25,00	112,50	150,00	90,00	926.641,01	1.235.521,35	39,18	47,02	1.354,18
2004		25.645	25,00	112,50	150,00	90,00	947.743,03	1.263.657,37	40,07	48,08	1.384,70
2005		26.229	25,00	112,50	150,00	90,00	969.325,48	1.292.433,97	40,98	49,18	1.416,38
2006		26.826	25,00	112,50	150,00	90,00	991.388,36	1.321.851,15	41,92	50,30	1.448,64
2007		27.437	25,00	112,50	150,00	90,00	1.013.968,63	1.351.958,17	42,87	51,44	1.481,47
2008		28.062	25,00	112,50	150,00	90,00	1.037.066,29	1.382.755,05	43,85	52,62	1.515,46
2009		28.701	25,00	112,50	150,00	90,00	1.060.681,33	1.414.241,77	44,85	53,82	1.550,02
2010		29.355	25,00	112,50	150,00	90,00	1.084.850,72	1.446.467,63	45,87	55,04	1.585,15
2011		30.023	25,00	112,50	150,00	90,00	1.109.537,49	1.479.383,32	46,91	56,29	1.621,15
2012		30.707	25,00	112,50	150,00	90,00	1.134.815,57	1.513.087,43	47,98	57,58	1.658,30
2013		31.406	25,00	112,50	150,00	90,00	1.160.647,99	1.547.530,65	49,07	58,88	1.695,74
2014		32.121	25,00	112,50	150,00	90,00	1.187.071,71	1.582.762,28	50,19	60,23	1.734,62
2015		32.852	25,00	112,50	150,00	90,00	1.214.086,73	1.618.782,31	51,33	61,60	1.774,08
2016		33.600	25,00	112,50	150,00	90,00	1.241.730,00	1.655.640,00	52,50	63,00	1.814,40
2017		34.365	25,00	112,50	150,00	90,00	1.270.001,53	1.693.335,37	53,70	64,44	1.855,87
2018		35.147	25,00	112,50	150,00	90,00	1.298.901,32	1.731.868,43	54,92	65,90	1.897,92
2019		35.947	25,00	112,50	150,00	90,00	1.328.466,32	1.771.288,43	56,17	67,40	1.941,12
2020		36.766	25,00	112,50	150,00	90,00	1.358.733,49	1.811.644,65	57,45	68,94	1.985,47
2021		37.603	25,00	112,50	150,00	90,00	1.389.665,87	1.852.887,83	58,75	70,50	2.030,40
2022		38.459	25,00	112,50	150,00	90,00	1.421.300,42	1.895.067,23	60,09	72,11	2.076,77
2023		39.335	25,00	112,50	150,00	90,00	1.453.674,09	1.938.232,12	61,46	73,75	2.124,00

Tabela I.16 - Iratinga: Evolução das Demandas & Ofertas

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab/dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s) - 24 h		Reserv. Nec. (m³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
2000	2,38	2.652	25,00	90,00	120,00	100,00	87.118,20	116.157,60	3,68	4,42	127,30
2001		2.715	25,00	90,00	120,00	100,00	89.187,75	118.917,00	3,77	4,52	130,18
2002		2.780	25,00	90,00	120,00	100,00	91.323,00	121.764,00	3,86	4,63	133,34
2003		2.846	25,00	90,00	120,00	100,00	93.491,10	124.654,80	3,95	4,74	136,51
2004		2.914	25,00	90,00	120,00	100,00	95.724,90	127.633,20	4,05	4,86	139,97
2005		2.983	25,00	90,00	120,00	100,00	97.991,55	130.655,40	4,14	4,97	143,14
2006		3.054	25,00	90,00	120,00	100,00	100.323,90	133.765,20	4,24	5,09	146,59
2007		3.127	25,00	90,00	120,00	100,00	102.721,95	136.962,60	4,34	5,21	150,05
2008		3.201	25,00	90,00	120,00	100,00	105.152,85	140.203,80	4,45	5,34	153,79
2009		3.277	25,00	90,00	120,00	100,00	107.649,45	143.532,60	4,55	5,46	157,25
2010		3.355	25,00	90,00	120,00	100,00	110.211,75	146.949,00	4,66	5,59	160,99
2011		3.435	25,00	90,00	120,00	100,00	112.839,75	150.453,00	4,77	5,72	164,74
2012		3.517	25,00	90,00	120,00	100,00	115.533,45	154.044,60	4,88	5,86	168,77
2013		3.601	25,00	90,00	120,00	100,00	118.292,85	157.723,80	5,00	6,00	172,80
2014		3.687	25,00	90,00	120,00	100,00	121.117,95	161.490,60	5,12	6,14	176,83
2015		3.775	25,00	90,00	120,00	100,00	124.008,75	165.345,00	5,24	6,29	181,15
2016		3.865	25,00	90,00	120,00	100,00	126.965,25	169.287,00	5,37	6,44	185,47
2017		3.957	25,00	90,00	120,00	100,00	129.987,45	173.316,60	5,50	6,60	190,08
2018		4.051	25,00	90,00	120,00	100,00	133.075,35	177.433,80	5,63	6,76	194,69
2019		4.147	25,00	90,00	120,00	100,00	136.228,95	181.638,60	5,76	6,91	199,01
2020		4.246	25,00	90,00	120,00	100,00	139.481,10	185.974,80	5,90	7,08	203,90
2021		4.347	25,00	90,00	120,00	100,00	142.798,95	190.398,60	6,04	7,25	208,80
2022		4.450	25,00	90,00	120,00	100,00	146.182,50	194.910,00	6,18	7,42	213,70
2023		4.556	25,00	90,00	120,00	100,00	149.664,60	199.552,80	6,33	7,60	218,88

Tabela I.17 - Pitombeira: Evolução das Demandas & Ofertas

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab/dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s) - 24 h		Reserv. Nec. (m³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
2000	1,23	274	25,00	90,00	120,00	100,00	9.000,90	12.001,20	0,38	0,46	13,25
2001		277	25,00	90,00	120,00	100,00	9.099,45	12.132,60	0,38	0,46	13,25
2002		280	25,00	90,00	120,00	100,00	9.198,00	12.264,00	0,39	0,47	13,54
2003		283	25,00	90,00	120,00	100,00	9.296,55	12.395,40	0,39	0,47	13,54
2004		286	25,00	90,00	120,00	100,00	9.395,10	12.526,80	0,40	0,48	13,82
2005		290	25,00	90,00	120,00	100,00	9.526,50	12.702,00	0,40	0,48	13,82
2006		294	25,00	90,00	120,00	100,00	9.657,90	12.877,20	0,41	0,49	14,11
2007		298	25,00	90,00	120,00	100,00	9.789,30	13.052,40	0,41	0,49	14,11
2008		302	25,00	90,00	120,00	100,00	9.920,70	13.227,60	0,42	0,50	14,40
2009		306	25,00	90,00	120,00	100,00	10.052,10	13.402,80	0,43	0,52	14,98
2010		310	25,00	90,00	120,00	100,00	10.183,50	13.578,00	0,43	0,52	14,98
2011		314	25,00	90,00	120,00	100,00	10.314,90	13.753,20	0,44	0,53	15,26
2012		318	25,00	90,00	120,00	100,00	10.446,30	13.928,40	0,44	0,53	15,26
2013		322	25,00	90,00	120,00	100,00	10.577,70	14.103,60	0,45	0,54	15,55
2014		326	25,00	90,00	120,00	100,00	10.709,10	14.278,80	0,45	0,54	15,55
2015		330	25,00	90,00	120,00	100,00	10.840,50	14.454,00	0,46	0,55	15,84
2016		334	25,00	90,00	120,00	100,00	10.971,90	14.629,20	0,46	0,55	15,84
2017		338	25,00	90,00	120,00	100,00	11.103,30	14.804,40	0,47	0,56	16,13
2018		342	25,00	90,00	120,00	100,00	11.234,70	14.979,60	0,48	0,58	16,70
2019		346	25,00	90,00	120,00	100,00	11.366,10	15.154,80	0,48	0,58	16,70
2020		350	25,00	90,00	120,00	100,00	11.497,50	15.330,00	0,49	0,59	16,99
2021		354	25,00	90,00	120,00	100,00	11.628,90	15.505,20	0,49	0,59	16,99
2022		358	25,00	90,00	120,00	100,00	11.760,30	15.680,40	0,50	0,60	17,28
2023		362	25,00	90,00	120,00	100,00	11.891,70	15.855,60	0,50	0,60	17,28

Tabela I.18 - S. do Meio: Evolução das Demandas & Ofertas

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab/dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s) - 24 h		Reserv. Nec. (m³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
2000	2,00	150	25,00	90,00	120,00	100,00	4.927,50	6.570,00	0,21	0,25	7,20
2001		153	25,00	90,00	120,00	100,00	5.026,05	6.701,40	0,21	0,25	7,20
2002		156	25,00	90,00	120,00	100,00	5.124,60	6.832,80	0,22	0,26	7,49
2003		159	25,00	90,00	120,00	100,00	5.223,15	6.964,20	0,22	0,26	7,49
2004		162	25,00	90,00	120,00	100,00	5.321,70	7.095,60	0,23	0,28	8,06
2005		165	25,00	90,00	120,00	100,00	5.420,25	7.227,00	0,23	0,28	8,06
2006		168	25,00	90,00	120,00	100,00	5.518,80	7.358,40	0,23	0,28	8,06
2007		171	25,00	90,00	120,00	100,00	5.617,35	7.489,80	0,24	0,29	8,35
2008		174	25,00	90,00	120,00	100,00	5.715,90	7.621,20	0,24	0,29	8,35
2009		177	25,00	90,00	120,00	100,00	5.814,45	7.752,60	0,25	0,30	8,64
2010		181	25,00	90,00	120,00	100,00	5.945,85	7.927,80	0,25	0,30	8,64
2011		185	25,00	90,00	120,00	100,00	6.077,25	8.103,00	0,26	0,31	8,93
2012		189	25,00	90,00	120,00	100,00	6.208,65	8.278,20	0,26	0,31	8,93
2013		193	25,00	90,00	120,00	100,00	6.340,05	8.453,40	0,27	0,32	9,22
2014		197	25,00	90,00	120,00	100,00	6.471,45	8.628,60	0,27	0,32	9,22
2015		201	25,00	90,00	120,00	100,00	6.602,85	8.803,80	0,28	0,34	9,79
2016		205	25,00	90,00	120,00	100,00	6.734,25	8.979,00	0,28	0,34	9,79
2017		209	25,00	90,00	120,00	100,00	6.865,65	9.154,20	0,29	0,35	10,08
2018		213	25,00	90,00	120,00	100,00	6.997,05	9.329,40	0,30	0,36	10,37
2019		217	25,00	90,00	120,00	100,00	7.128,45	9.504,60	0,30	0,36	10,37
2020		221	25,00	90,00	120,00	100,00	7.259,85	9.679,80	0,31	0,37	10,66
2021		225	25,00	90,00	120,00	100,00	7.391,25	9.855,00	0,31	0,37	10,66
2022		230	25,00	90,00	120,00	100,00	7.555,50	10.074,00	0,32	0,38	10,94
2023		235	25,00	90,00	120,00	100,00	7.719,75	10.293,00	0,33	0,40	11,52

Tabela I.19 - Retiro: Evolução das Demandas & Ofertas

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab/dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s) - 24 h		Reserv. Nec. (m³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
2000	2,00	1.500	25,00	90,00	120,00	100,00	49.275,00	65.700,00	2,08	2,50	72,00
2001		1.530	25,00	90,00	120,00	100,00	50.260,50	67.014,00	2,13	2,56	73,73
2002		1.561	25,00	90,00	120,00	100,00	51.278,85	68.371,80	2,17	2,60	74,88
2003		1.592	25,00	90,00	120,00	100,00	52.297,20	69.729,60	2,21	2,65	76,32
2004		1.624	25,00	90,00	120,00	100,00	53.348,40	71.131,20	2,26	2,71	78,05
2005		1.656	25,00	90,00	120,00	100,00	54.399,60	72.532,80	2,30	2,76	79,49
2006		1.689	25,00	90,00	120,00	100,00	55.483,65	73.978,20	2,35	2,82	81,22
2007		1.723	25,00	90,00	120,00	100,00	56.600,55	75.467,40	2,39	2,87	82,66
2008		1.757	25,00	90,00	120,00	100,00	57.717,45	76.956,60	2,44	2,93	84,38
2009		1.792	25,00	90,00	120,00	100,00	58.867,20	78.489,60	2,49	2,99	86,11
2010		1.828	25,00	90,00	120,00	100,00	60.049,80	80.066,40	2,54	3,05	87,84
2011		1.865	25,00	90,00	120,00	100,00	61.265,25	81.687,00	2,59	3,11	89,57
2012		1.902	25,00	90,00	120,00	100,00	62.480,70	83.307,60	2,64	3,17	91,30
2013		1.940	25,00	90,00	120,00	100,00	63.729,00	84.972,00	2,69	3,23	93,02
2014		1.979	25,00	90,00	120,00	100,00	65.010,15	86.680,20	2,75	3,30	95,04
2015		2.019	25,00	90,00	120,00	100,00	66.324,15	88.432,20	2,80	3,36	96,77
2016		2.059	25,00	90,00	120,00	100,00	67.638,15	90.184,20	2,86	3,43	98,78
2017		2.100	25,00	90,00	120,00	100,00	68.985,00	91.980,00	2,92	3,50	100,80
2018		2.142	25,00	90,00	120,00	100,00	70.364,70	93.819,60	2,98	3,58	103,10
2019		2.185	25,00	90,00	120,00	100,00	71.777,25	95.703,00	3,03	3,64	104,83
2020		2.229	25,00	90,00	120,00	100,00	73.222,65	97.630,20	3,10	3,72	107,14
2021		2.274	25,00	90,00	120,00	100,00	74.700,90	99.601,20	3,16	3,79	109,15
2022		2.319	25,00	90,00	120,00	100,00	76.179,15	101.572,20	3,22	3,86	111,17
2023		2.365	25,00	90,00	120,00	100,00	77.690,25	103.587,00	3,28	3,94	113,47

Tabela I.20 - Resumo: Evolução das Demandas & Ofertas

Ano	Pop. (hab.)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s) - 24 h		Reserv. Nec. (m³)
				Média	Máx.dia	
2000	28.012	1.016.428	1.355.238	42,97	51,57	1.485,19
2001	28.645	1.039.415	1.385.887	43,95	52,74	1.518,78
2002	29.293	1.062.944	1.417.259	44,94	53,93	1.553,16
2003	29.954	1.086.949	1.449.265	45,96	55,15	1.588,24
2004	30.631	1.111.533	1.482.044	47,00	56,39	1.624,16
2005	31.323	1.136.663	1.515.551	48,06	57,67	1.660,88
2006	32.031	1.162.373	1.549.830	49,14	58,97	1.698,44
2007	32.756	1.188.698	1.584.930	50,26	60,31	1.736,91
2008	33.496	1.215.573	1.620.764	51,39	61,67	1.776,18
2009	34.253	1.243.065	1.657.419	52,56	63,07	1.816,35
2010	35.029	1.271.242	1.694.989	53,75	64,50	1.857,52
2011	35.822	1.300.035	1.733.380	54,97	65,96	1.899,59
2012	36.633	1.329.485	1.772.646	56,21	67,45	1.942,63
2013	37.462	1.359.588	1.812.783	57,48	68,98	1.986,61
2014	38.310	1.390.380	1.853.840	58,78	70,54	2.031,61
2015	39.177	1.421.863	1.895.817	60,12	72,14	2.077,61
2016	40.063	1.454.040	1.938.719	61,48	73,77	2.124,62
2017	40.969	1.486.943	1.982.591	62,87	75,44	2.172,70
2018	41.895	1.520.573	2.027.431	64,29	77,15	2.221,84
2019	42.842	1.554.967	2.073.289	65,74	78,89	2.272,10
2020	43.812	1.590.195	2.120.259	67,23	80,68	2.323,57
2021	44.803	1.626.186	2.168.248	68,75	82,51	2.376,16
2022	45.816	1.662.978	2.217.304	70,31	84,37	2.429,92
2023	46.853	1.700.640	2.267.521	71,90	86,28	2.484,95

II – O PROJETO PROPOSTO

II - O PROJETO PROPOSTO

II.1 - INTRODUÇÃO

Apresenta-se nessa introdução as principais características do Sistema Adutor de Itapajé, cuja captação é feita no rio Caxitoré, uma vez que o principal objetivo deste projeto é dotar o referido sistema de uma fonte hídrica confiável. Esse sistema foi implantado pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, no ano de 1999, através do PROURB.

O referido sistema foi concebido adotando-se as seguintes premissas:

- Horizonte do projeto 20 anos (2013)
- População final..... 32.308 habitantes
- Índice de abastecibilidade (Iab)..... 100%
- Oferta "per capita" 150 l/hab/dia
- Tempo máximo de funcionamento 24 horas/dia
- Coef. de majoração do dia de maior consumo (k1) 1,20
- Vazão de adução 67,31 l/s

As unidades que integram o sistema são: um poço amazonas, situado no leito do rio Caxitoré (próximo à comunidade de Retiro), dotado de bomba submersa, duas estações de bombeamento de superfície e uma adutora de água bruta, cujas características principais são as seguintes:

• ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

– ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO SUBMERSA (EBS)

- Vazão..... 67,31 l/s
- Altura manométrica 15,00 m
- Número de bombas 1A+1R
- Potência unitária 25 CV
- Rotação 1.750 rpm
- Estado de conservação Bom

– ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 1 (EB 1)

- Vazão..... 67,31 l/s
- Altura manométrica 113,13 m
- Número de bombas..... 2A+1R
- Potência unitária 100 CV
- Rotação 1.750 rpm
- Estado de conservação Bom

– ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 2 (EB 2)

- Vazão..... 67,31 l/s
- Altura manométrica 101,35 m
- Número de bombas 2A+1R
- Potência unitária 75 CV
- Rotação 1.750 rpm
- Estado de conservação Deteriorada

• ADUTORA

– TRECHO 1 (EB 1 / CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO)

- Vazão nominal de projeto 67,31 l/s
- Diâmetro nominal 400 mm
- Comprimento 5.763 m
- Material RPVC
- Classe pressão nominal (PN)..... 16 kgf/cm²

– TRECHO 2 (CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO / EB 2)

- Vazão nominal de projeto 67,31 l/s
- Diâmetro nominal 400 mm
- Comprimento 3.428 m
- Material RPVC
- Classe pressão nominal (PN)..... 10 kgf/cm²

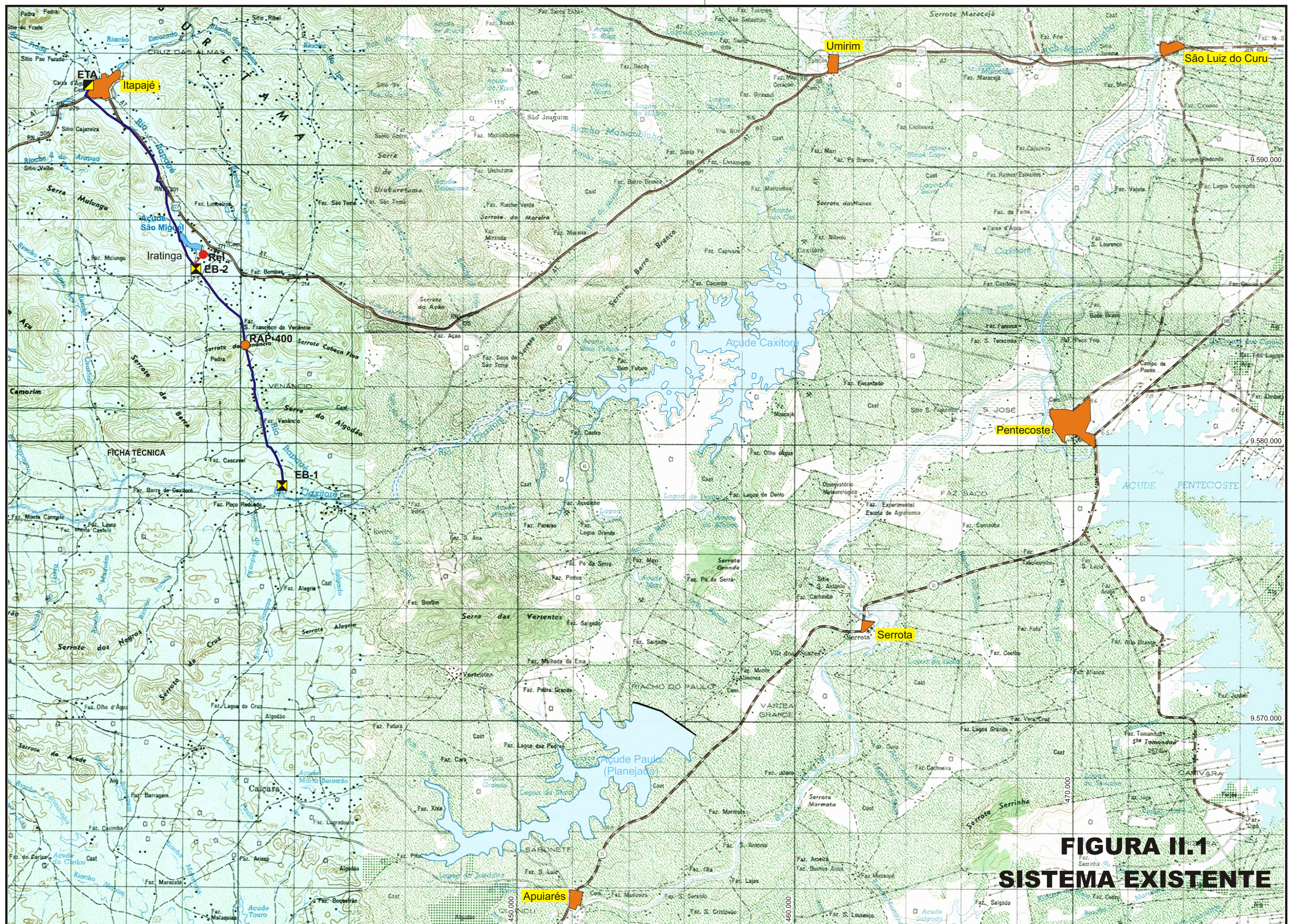
– TRECHO 3 (EB 2 / ETA)

- Vazão nominal de projeto 67,31 l/s
- Diâmetro nominal 400 mm
- Comprimento 8.750 m
- Material RPVC
- Classe pressão nominal (PN)..... 16 kgf/cm²

A **Figura II.1** apresenta o esquema do sistema adutor implantado. É relevante salientar que todos esses dados foram obtidos na SRH/CE, que nos forneceu o Projeto Executivo da Adutora de Itapajé (CEARÁ, 1993)⁴ e o seu respectivo “as built” (CEARÁ, 1999)⁵.

⁴ CEARÁ. Projeto de Desenvolvimento Urbano (PROURB/CE). Açude Público Jerimum, Tomo 6 – Projeto Executivo da Adutora, Volume I – Adutora de Itapajé, A – Textos. Fortaleza: SDU/SRH/BEC/AGUASOLOS, 1993.

⁵ CEARÁ. Projeto de Desenvolvimento Urbano (PROURB/CE). Construção da Adutora de Itapajé, “As built” das obras realizadas até Janeiro de 1999, Volume 1 – Textos. Fortaleza: SRH/COGERH/SOHIDRA/AGUASOLOS, 1999.



II.2 - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO

II.2.1 - Considerações Gerais

A principal finalidade deste estudo é transportar água do açude Paulo (reservatório projetado de 27hm³) para o ponto de captação do Sistema Adutor de Água Bruta de Itapajé, recentemente implantado pela SRH/CE, situado nas proximidades de Retiro (comunidade do Município de Tejuçuoca).

Consta nos Termos de Referência (TR) do projeto que:

- “A adutora de transposição prevista deverá transferir água a partir de um barramento no Riacho do Paulo, à margem esquerda do Rio Curu, a ser executado na altura da localidade de Lagoa do Mato”;
- “A adutora deverá se desenvolver em direção a uma adutora existente com captação no Rio Caxitoré que chega até a cidade de Itapajé. Com esta transferência a oferta d’água propiciará o abastecimento da região de Itapajé”;
- “O sistema adutor previsto terá a menor distância possível, respeitando os condicionantes técnicos e topográficos”;
- “A fonte hídrica do sistema de adução é a barragem do Riacho do Paulo”;
- “O horizonte do projeto deverá ser estudado para o ano 2021”;
- “O projeto visará a irrigação localizada, o consumo animal e, prioritariamente, o consumo humano”;
- “A alternativa de captação será única, partindo da captação no barramento a ser feito no Riacho do Paulo, na altura da localidade Lagoa do Mato”;
- “Para fins de dimensionamento dos componentes do sistema, deverá ser estimada a evolução da população no horizonte de 20 (vinte) anos”;
- “Os componentes do sistema poderão ser escalonados economicamente em etapas ou por estagiamento construtivo”.

Com base nestas premissas, sugeriu-se algumas modificações, e que foram acatadas pela Comissão de Fiscalização da SRH/CE. Tais proposições foram:

- Objetivando dotar a adutora de Itapajé de uma fonte hídrica mais confiável, sobretudo do ponto de vista hidrológico, propusemos a inclusão do açude Caxitoré como fonte hídrica do sistema de adução. Este reservatório tem capacidade de acumulação de 202hm³, possui cerca de 29hm³ (15/03/2002), e também está situado na mesma bacia hidrográfica do açude Paulo;
- Considerando que o projeto será implantado em 2002/2003, propusemos que o horizonte do projeto deverá ser estudado para o ano 2023;
- Considerando que não foi definida nenhuma área de irrigação a ser atendida, propusemos a não inclusão de nenhuma demanda deste tipo;
- Considerando que o sistema implantado pela SRH/CE em 1999, apesar de nunca ter entrado em operação, apresenta-se em razoável estado de conservação (principalmente os equipamentos instalados na EB 1), propusemos que a vazão de dimensionamento do sistema ora projetado, fosse coincidente com a vazão de dimensionamento do sistema já implantado, que é de aproximadamente 240m³/h ou 66,67l/s. Este valor é quase igual a capacidade da ETA de Itapajé (68l/s).

A partir destes condicionantes técnicos, desenvolveu-se todo o estudo.

II.2.2 - Metodologia para Definição do Diâmetro Econômico

Utilizou-se o método baseado na variação linear dos custos das tubulações (GOMES, 2002)⁶, pois é bastante simples e parte do princípio de que o custo de implantação da tubulação varia linearmente com o seu diâmetro.

O custo total do sistema de recalque é composto de duas partes distintas: uma referente aos custos fixos de implantação do sistema (investimentos); e outra referente aos custos variáveis de operação e manutenção (O&M), cujo principal componente são os custos referentes à energia consumida nas estações de bombeamento.

O custo de implantação da tubulação (C_t) de recalque pode ser estimado pela seguinte equação:

$$C_t = \lambda \times D \times L$$

onde:

λ = custo do tubo por metro de comprimento e por metro de diâmetro (R\$/m/m);

D = diâmetro interno do tubo (m);

L = comprimento total da tubulação (m).

A potência requerida pelo sistema de recalque, para um determinado diâmetro, é obtida pela expressão:

$$P = \frac{9,81 \times Q \times H}{\eta}$$

onde:

P = Potência requerida (kW);

Q = Vazão do trecho (m³/s);

H = altura manométrica (m);

η = rendimento médio do conjunto motor-bomba (%).

A altura manométrica corresponde à altura de elevação (H_g) mais as perdas de carga (h_f).

O custo do consumo anual de energia elétrica (C_c) é calculado por:

$$C_c = \frac{9,81 \times Q \times (H_g + h_f) \times ta \times tc}{\eta}$$

onde:

⁶ GOMES, Héber Pimentel. Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2002.

ta = tempo médio de operação do sistema de recalque (n.º de horas/ano);

tc = tarifa de consumo de energia elétrica (R\$/kWh).

As tarifas de energia adotadas são as fixadas pela **Resolução N.º 154 da ANEEL** com aplicação a partir de 22/04/2001 (tarifa verde para o sub-grupo A4 – Água, Esgoto e Saneamento).

O número de horas de funcionamento anual do sistema é variável, sendo que para um determinado ano o seu valor é obtido pela relação entre a vazão média e a vazão de recalque, multiplicado por 8.760 horas (total anual).

Para o cálculo das perdas de cargas do sistema será utilizada a fórmula universal associada a equação de SHACHAM 1 (KOIDE, 1998)⁷:

$$hf = \beta \times L \times \frac{Q^2}{D^5} \quad (\text{Formula Universal})$$

$$\beta = \frac{8}{\pi^2 \times g} \left[f + \frac{(\sum K) \times D}{L} \right]$$

$$f = \left\{ -2 \times \log \left[\frac{\varepsilon}{3,7 \times D} - \frac{5,02}{NR} \times \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \times D} + \frac{14,5}{NR} \right) \right] \right\}^{-2} \quad (\text{Equação de SHACHAM 1})$$

$$NR = \frac{V \times D}{\nu}$$

onde:

$\sum K$ = somatório dos coeficientes K de perdas localizadas na tubulação;

f = fator de atrito;

L = comprimento da tubulação (m);

D = diâmetro interno da tubulação (m);

V = velocidade média da água na tubulação (m/s);

ε = rugosidade absoluta equivalente da tubulação (m);

NR = número de Reynolds;

ν = viscosidade cinemática da água (m²/s);

g = aceleração da gravidade (9,81m/s²).

Segundo PORTO (1998)⁸, a regra básica de desprezar as perdas de carga localizadas quando a tubulação é longa ($L/D > 1.000$), é bastante razoável, pois o erro cometido no

⁷ KOIDE, Sergio. Equações simplificadas para a utilização da fórmula universal de perda de carga em tubulações. ABES, Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol.3, n.3 e n.4. Rio de Janeiro: ABES, 1998.

⁸ PORTO, Rodrigo de Melo. Hidráulica Básica. São Carlos: EESC/USP, 1998.

cálculo da velocidade média ou da vazão pode ser da ordem de grandeza daquele cometido na especificação do fator de atrito ou dos próprios coeficientes de perda localizada. Considerou-se, portanto, nessa análise, que as perdas localizadas são desprezíveis.

É relevante salientar que os custos de investimentos e os custos de energia incidem em tempos distintos, já que os primeiros são fixos e atuam no início do empreendimento, enquanto os demais são variáveis e incidem ao longo da vida útil do sistema. Neste caso, para se somar os dois custos, deve-se: (1) anualizar os investimentos e somar aos custos energia; ou (2) calcular o valor presente (atualizado) dos custos de operação e somar aos custos de investimentos. Usou-se esta última alternativa na utilização da referida metodologia. Portanto, o custo da energia a valor presente será dado pelo produto entre o custo energético anual e o coeficiente de atualização (Fa), calculado pela seguinte expressão:

$$Fa = \left[\frac{(1+e)^n - (1+i)^n}{(1+e) - (1+i)} \right] \times \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

Onde:

e = taxa anual de aumento da energia (em decimal);

i = taxa de juros ao ano (em decimal);

n = alcance do projeto (n.º de anos).

Assim, o custo total (CT) do sistema pode ser expresso da seguinte forma:

$$CT = \frac{9,81 \times Q \times \left(Hg + \beta \times L \times \frac{Q^2}{D^5} \right) \times ta \times tb}{\eta} \times Fa + (\lambda \times D \times L)$$

O custo total do sistema será mínimo quando a tangente à curva dada pela equação anterior for igual a zero, ou seja:

$$\frac{dCT}{dD} = \frac{-5 \times 9,81 \times Q^3 \times \beta \times L \times ta \times tb \times Fa \times D^{-6}}{\eta} + (\lambda \times L) = 0$$

O diâmetro ótimo teórico será dado pela seguinte expressão:

$$D_{\text{ótimo}} = 1,913 \times \left(\frac{\beta \times ta \times tb \times Fa}{\lambda \times \eta} \right)^{0,166} \times \sqrt{Q}$$

Na determinação do valor de “ λ ” devem ser computados, além do preço unitário do tubo, os gastos com a escavação e a montagem.

O parâmetro de custo “ λ ” e o coeficiente de perda “ β ” variam com o diâmetro da tubulação, o que poderia, a princípio, dificultar o cálculo do diâmetro mais econômico através da expressão acima. No entanto, esse aspecto não se constitui em um problema pois para qualquer valor de “ λ ” e “ β ” obtidos a partir de um determinado diâmetro, entre os comercialmente disponíveis, o diâmetro ótimo calculado praticamente não se modifica.

Os parâmetros utilizados no dimensionamento das alternativas de adução são apresentados a seguir:

- Horizonte do projeto 20 anos
- Tarifa de consumo (tc) R\$ 0,0636 / kWh
- Taxa de juros (i) 12% a.a.
- Taxa de aumento de energia 15% a.a.
- Horas de funcionamento anual equivalente (ta) 18 horas
- Rend. dos equip. bombeamento (η) 50%
- Classe de pressão da tubulação Variável
- Material Função(DN, Pressão)
- Vazão de recalque (l/s) Q (2023)

Conforme pode-se observar nas **Planilhas II.1, II.2 e II.3** o diâmetro ótimo teórico para todas as condições apresentadas é de 359mm (PVC), 351mm (RPVC) e 336mm (FoFo). Como não há tubo de PVC DEFOFO DN 350mm, optou-se por tubos de RPVC PN 12 DN 350mm.

Planilha II.1 - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque: Trecho II

Dados				Unidade	Quantidade
Altura geométrica				m	30,00
Comprimento da tubulação				m	20.897,00
Vazão requerida				l/s	86,28
Velocidade de escoamento				m/s	1,73
N.º de Reynolds					484.369
Somatório dos coef. (perdas localizadas)				-	-
Coeficiente de majoração das perdas contínuas				-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba				%	50,00
Viscosidade cinemática da água				m²/s	0,000000900
Rugosidade absoluta				mm	0,01000
Período de utilização				anos	20
Utilização média anual				horas	5.840
Preço do kWh (tarifa de consumo)				R\$	0,0636
Taxa de aumento anual de energia				%	15,00
Taxa de juros anual				%	12,00
Diâmetro atribuído (interno)				mm	252
Custo de implantação da tubulação atribuída (PVC PN10)				R\$/m	74,46
Cálculo das variáveis					
Coeficiente de atualização da energia "Fa"					23,22
Parâmetro de custo "λ"				R\$/m/m	295,48
Cálculo do coeficiente de atrito " f " (tubulação atribuída)					
	f	A	B		
	0,013841	8,50004	8,52288		
Variável de perdas "Σ"					0,0011436
Diâmetro ótimo teórico				mm	359
Diâmetro ótimo comercial (DN)					400
Diâmetro ótimo interno				mm	395
Velocidade de escoamento				m/s	0,71
N.º de Reynolds					309.328
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)					
	f	A	B		
	0,014740	8,23674	8,26524		
Perda total				mca	19,80
Perda unitária				m/m	0,00095
Altura manométrica				mca	49,80
Potência requerida				kW	84,28
Potência requerida				CV	114,59

Planilha II.2 - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque: Trecho II

Dados				Unidade	Quantidade
Altura geométrica				m	30,00
Comprimento da tubulação				m	20.897,00
Vazão requerida				l/s	86,28
Velocidade de escoamento				m/s	1,57
N.º de Reynolds					461.129
Somatório dos coef. (perdas localizadas)				-	-
Coeficiente de majoração das perdas contínuas				-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba				%	50,00
Viscosidade cinemática da água				m²/s	0,000000900
Rugosidade absoluta				mm	0,01000
Período de utilização				anos	20
Utilização média anual				horas	5.840
Preço do kWh (tarifa de consumo)				R\$	0,0636
Taxa de aumento anual de energia				%	15,00
Taxa de juros anual				%	12,00
Diâmetro atribuído (interno)				mm	265
Custo de implantação da tubulação atribuída (RPVC PN12)				R\$/m	89,35
Cálculo das variáveis					
Coeficiente de atualização da energia "Fa"					23,22
Parâmetro de custo "λ"				R\$/m/m	337,55
Cálculo do coeficiente de atrito " f " (tubulação atribuída)					
	f	A	B		
	0,013924	8,47470	8,49837		
Variável de perdas "Ƴ"					0,0011505
Diâmetro ótimo teórico				mm	351
Diâmetro ótimo comercial (DN)					350
Diâmetro ótimo interno				mm	364
Velocidade de escoamento				m/s	0,83
N.º de Reynolds					335.424
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)					
	f	A	B		
	0,014555	8,28882	8,31662		
Perda total				mca	29,32
Perda unitária				m/m	0,00140
Altura manométrica				mca	59,32
Potência requerida				kW	100,38
Potência requerida				CV	136,48

Planilha II.3 - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque: Trecho II

Dados				Unidade	Quantidade
Altura geométrica				m	30,00
Comprimento da tubulação				m	20.897,00
Vazão requerida				l/s	86,28
Velocidade de escoamento				m/s	1,66
N.º de Reynolds					474.945
Somatório dos coef. (perdas localizadas)				-	-
Coeficiente de majoração das perdas contínuas				-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba				%	50,00
Viscosidade cinemática da água				m²/s	0,000000900
Rugosidade absoluta				mm	0,05000
Período de utilização				anos	20
Utilização média anual				horas	5.840
Preço do kWh (tarifa de consumo)				R\$	0,0636
Taxa de aumento anual de energia				%	15,00
Taxa de juros anual				%	12,00
Diâmetro atribuído (interno)				mm	257
Custo de implantação da tubulação atribuída (RPVC PN12)				R\$/m	125,93
Cálculo das variáveis					
Coeficiente de atualização da energia "Fa"					23,22
Parâmetro de custo "λ"				R\$/m/m	490,00
Cálculo do coeficiente de atrito " f " (tubulação atribuída)					
	f	A	B		
	0,015477	8,03809	8,04399		
Variável de perdas "ß"					0,0012788
Diâmetro ótimo teórico				mm	336
Diâmetro ótimo comercial (DN)					350
Diâmetro ótimo interno				mm	356
Velocidade de escoamento				m/s	0,87
N.º de Reynolds					342.772
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)					
	f	A	B		
	0,015554	8,01817	8,02948		
Perda total				mca	34,92
Perda unitária				m/m	0,00167
Altura manométrica				mca	64,92
Potência requerida				kW	109,85
Potência requerida				CV	149,36

II.3 - O SISTEMA PROPOSTO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os principais dados e características das unidades do sistema proposto são resumidas a seguir:

II.3.1 - Fonte Hídrica

A fonte hídrica será o açude Caxitoré, cuja capacidade é da ordem de 202 hm³. A captação será feita a partir de uma Estação de Bombeamento Flutuante (EBF) instalada no lago do reservatório, nas proximidades da Fazenda Cacimbas.

II.3.2 - Estação de Tratamento de Água (ETA)

II.3.2.1 - ETA de Itapajé

A ETA existente é do tipo convencional completa. Tem capacidade para operar, sem sobrecarga, produzindo 68l/s (245m³/h), suficiente para atender a população até o ano 2019.

Decidiu-se que esta unidade pode ser aproveitada integralmente, sem necessidade de ampliação, uma vez que pode perfeitamente operar com sobrecargas de até 10% sem comprometer a qualidade de produção, o que atenderia a população até o ano 2023 (horizonte do projeto).

II.3.2.2 - ETA de Iratinga

A ETA proposta consiste de um sistema compacto de tratamento d'água através de filtração direta ascendente (FDA), seguida de desinfecção. A sua alimentação, através da câmara de carga, será feita a partir de uma derivação na adutora existente, nas proximidades da EB 2.

Para o pré-dimensionamento dos filtros foi adotada uma taxa de filtração de 120,00 m³/m²/dia, conforme determina a NBR 12.216 da ABNT.

Considerando os dados de fim de plano (ano 2023), teremos:

- Vazão 27,36 m³/h
- Taxa de filtração nominal 120 m³/m².dia;
- Tempo de funcionamento 24 horas/dia;
- Área Filtrante Necessária 5,47 m²

Serão implantadas duas unidades filtrantes com 2,00 m de diâmetro (área total de filtração de 6,28 m²) que atenderá as demandas estimadas até o ano 2023.

II.3.2.3 - ETA de Pitombeira

A ETA proposta também será compacta do tipo FDA, seguida de desinfecção. A sua alimentação, através da câmara de carga, será feita a partir de uma derivação na adutora projetada (trecho EB 1A/ EB 1).

Para o pré-dimensionamento dos filtros foi adotada uma taxa de filtração de 120,00 m³/m²/dia, conforme determina a NBR 12.216 da ABNT.

Considerando os dados de fim de plano (ano 2023), teremos:

- Vazão 2,16 m³/h
- Taxa de filtração nominal 120 m³/m².dia;
- Tempo de funcionamento 24 horas/dia;
- Área Filtrante Necessária 0,43 m²

Serão implantadas duas unidades filtrantes com 1,00 m de diâmetro (área total de filtração de 1,57 m²) que atenderá as demandas estimadas até o ano 2023.

II.3.2.4 - ETA de Retiro

A ETA proposta também será compacta do tipo FDA, seguida de desinfecção. A sua alimentação, através da câmara de carga, será feita a partir de uma derivação na adutora projetada (trecho EB 1A/ EB 1).

Para o pré-dimensionamento dos filtros foi adotada uma taxa de filtração de 120,00 m³/m²/dia, conforme determina a NBR 12.216 da ABNT.

Considerando os dados de fim de plano (ano 2023), teremos:

- Vazão 14,18 m³/h
- Taxa de filtração nominal 120 m³/m².dia;
- Tempo de funcionamento 24 horas/dia;
- Área Filtrante Necessária 2,84 m²

Serão implantadas duas unidades filtrantes com 1,50 m de diâmetro (área total de filtração de 3,53 m²) que atenderá as demandas estimadas até o ano 2023.

II.3.2.5 - ETA de Serrote do Meio

Decidiu-se não projetar uma ETA para esta localidade por causa dos elevados custos operacionais envolvidos para atender uma população tão pequena. Porém, deve-se fazer uma desinfecção da água com aplicação de cloro antes da sua distribuição.

II.3.3 - Estações de Bombeamento (EBs)

II.3.3.1 - Estação de Bombeamento Flutuante (EBF)

Esta unidade fará o recalque das vazões provenientes da fonte hídrica diretamente para o reservatório apoiado da EB 1A. Será instalada no lago do açude Caxitoré, na área da fazenda Cacimbas (de propriedade do Sr. Wankys Bezerra Gomes da Silva). Terá por finalidade abrigar dois conjuntos de recalque.

Suas principais características são:

- Localização..... Açude Caxitoré
- Vazão nominal..... 240,00 m³/h
- Número de bomba..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica 37,00 m
- Modelo da bomba (KSB) MEGANORM 100-315/306
- Tipo de motor..... JM – IP 55 – IV PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial 50 CV
- Tensão nominal..... 380 V (TRIFÁSICO)

II.3.3.2 - Estação de Bombeamento 1A (EB 1A)

Localizada a 1,2km da EBF, também nas proximidades da fazenda Cacimbas, esta unidade fará o recalque das vazões para o reservatório apoiado da EB 1.

Suas principais características são:

- Localização..... Fazenda Cacimbas
- Vazão nominal..... 240,00 m³/h
- Número de bomba..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica 68,00 m
- Modelo da bomba (KSB) MEGANORM 100-400/404
- Tipo de motor..... JM – IP 55 – IV PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial 100 CV
- Tensão nominal..... 380 V (TRIFÁSICO)

II.3.4 - Adutoras e Subadutoras

• **ADUTORA DE ITAPAJÉ: TRECHO 1 (EBF / EB 1A)**

- Extensão 1,22 km
- Diâmetro nominal (mm) 315
- Vazão máxima (ETAPA I) 240,00 m³/h
- Vazão máxima (ETAPA II) 310,61 m³/h
- Velocidade média (ETAPA I) 1,05 m/s
- Velocidade média (ETAPA II)..... 1,35 m/s
- Coef. de perda de carga (f) (ETAPA I) 0,0147
- Coef. de perda de carga (f) (ETAPA II)..... 0,0141
- Perda de carga total (ETAPA I) 4 m
- Perda de carga total (ETAPA II) 6 m
- Material PEAD PE 80
- Classe de pressão..... 0,6 MPa

- Funcionamento..... Pressurizado

• **ADUTORA DE ITAPAJÉ: TRECHO 2 (EB 1A / EB 1)**

- Extensão 20,90 km
- Diâmetro nominal (mm) 350
- Vazão máxima (ETAPA I) 240,00 m³/h
- Vazão máxima (ETAPA II) 310,61 m³/h
- Velocidade média (ETAPA I) 0,64 m/s
- Velocidade média (ETAPA II)..... 0,83 m/s
- Coef. de perda de carga (f) (ETAPA I) 0,0152
- Coef. de perda de carga (f) (ETAPA II)..... 0,0146
- Perda de carga total (ETAPA I) 19 m
- Perda de carga total (ETAPA II) 30 m
- Material RPVC 250 kPa
- Classe de pressão..... 1,2 MPa
- Funcionamento..... Pressurizado

• **SUBADUTORA DE RETIRO: TRECHO ÚNICO**

- Extensão 1,34 km
- Diâmetro nominal (mm) 100
- Vazão máxima 14,18 m³/h
- Velocidade média 0,43 m/s
- Coef. de perda de carga (f) 0,0212
- Perda de carga total 3 m
- Material PVC DEFOFO
- Classe de pressão..... 1,0 MPa
- Funcionamento..... Pressurizado

II.3.5 - Reservatórios

ITAPAJÉ

A capacidade de reservação existente é composta pelas seguintes estruturas:

- 03 RAPs 1.200 m³
- 01 REL 378 m³

A reservação necessária em Itapajé é de aproximadamente 2.124m³ (2023). Considerando que a capacidade atual é de 1.578m³, decidiu-se por não ampliar o volume de reservação.

IRATINGA, PITOMBEIRA, SERROTE DO MEIO E RETIRO

Em Iratinga deverá ser construído um reservatório elevado de 100m³ para compensar as oscilações de demanda.

Em Pitombeira o sistema atual conta com um reservatório elevado de 40m³, capacidade suficiente para atender as necessidades de fim de plano.

Em Retiro existe um reservatório elevado de 10m³, capacidade insuficiente para atender as necessidades de fim de plano. Portanto, será construído mais um REL de 100m³.

Para Serrote do Meio previu-se a construção de um REL de 25m³.

A **Figura II.2** mostra o arranjo geral do sistema proposto.

II.3.6 - Estimativa de Preços e Cronograma Físico-Financeiro

O sistema proposto foi orçado em R\$ 6 milhões, com data-base referente a ABRIL/2002. Tal estimativa inclui, além das unidades de captação, tratamento, bombeamento, adução e reservação, a recuperação da infra-estrutura existente e as medidas ambientais gerais previstas para mitigar os impactos adversos.

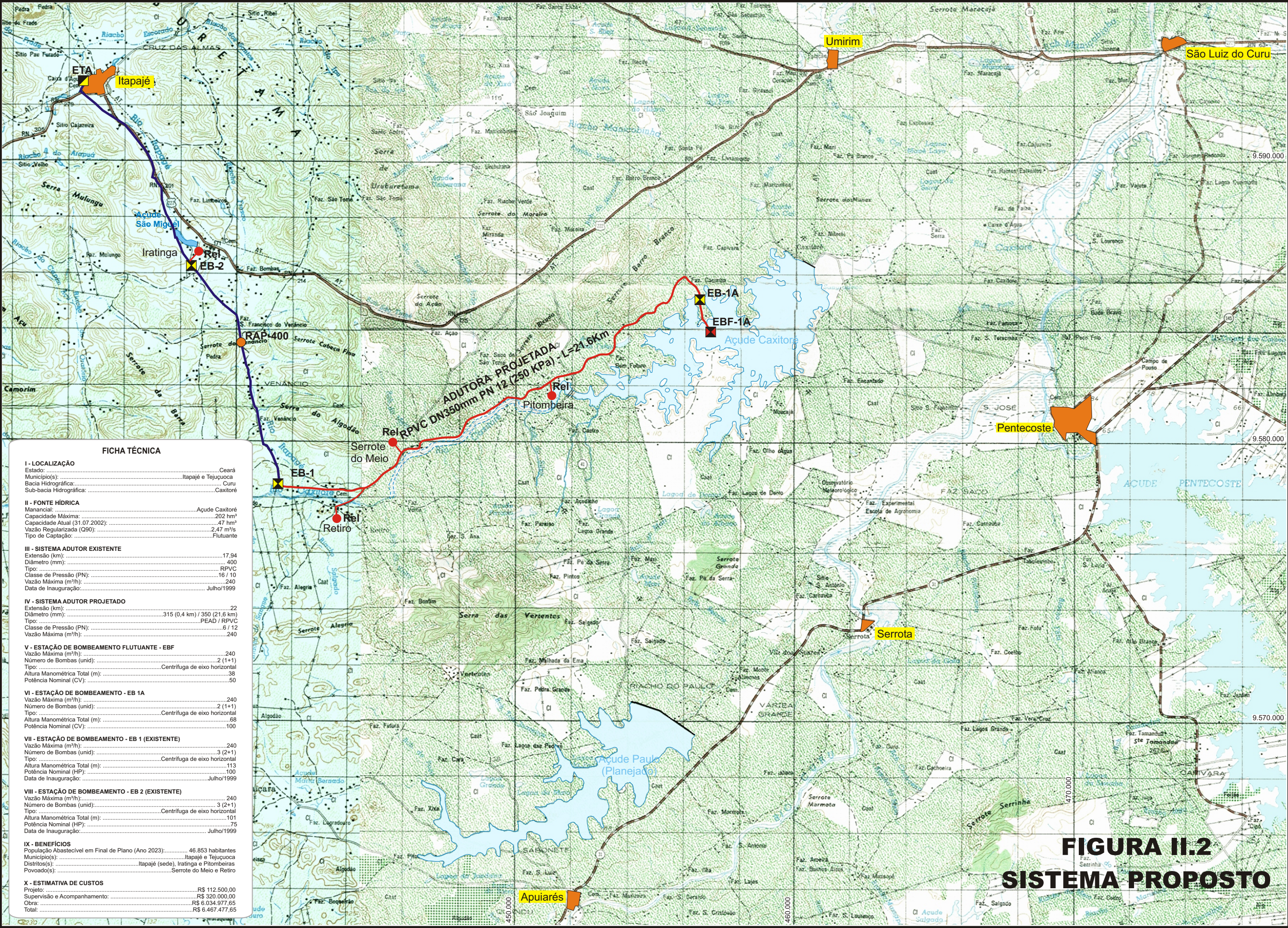


FIGURA II.2
SISTEMA PROPOSTO

ANEXO I – LAUDOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ESCLARECIMENTO AO CLIENTE

A Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde, de 29/12/00 (D.O.U 02/01/01) aprovou normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano.

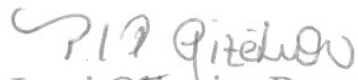
No que diz respeito aos padrões microbiológicos, a água é considerada Potável quando através de análise microbiológica for constatada **Ausência de Coliformes Totais e Ausência de Coliformes Fecais** em 100 mL da amostra.

Entende-se por coliformes fecais o bacilo *Escherichia coli*, presente nas fezes de animais de sangue quente inclusive o homem.

Águas com presença de *Escherichia coli*, significa que foram contaminadas por fezes de animais de sangue quente.

Já os coliformes totais além do gênero *Escherichia*, estão incluídos *Aerobacter aerogenes*, *Aerobacter cloacae*, *Klebsiella sp*, *Erwinia sp* e *Serratia sp*. Estes últimos estão presentes também no solo e em alguns vegetais, além de serem encontrados no intestino dos animais de sangue quente. Consequentemente também são eliminados nas fezes.

As águas que apresentarem Coliformes Totais ou Coliformes Fecais por ocasião da análise microbiológica, **NÃO** devem ser consumidas sem prévia desinfecção, sob pena de colocarem em risco a saúde dos consumidores.


Dr. Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRF CE 905

AÇUDE CAXITORÉ (FAZENDA CACIMBAS): AMOSTRA 1



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
INFORMAÇÕES GERAIS

NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	5	8	6	3
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA.								
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont, 1687 – Sala 202						CIDADE: Fortaleza - Ceará		
LOCAL DA COLETA: Açude Caxitoré – Fazenda Cacimbas - A 1 - localizado em Itapajé - Ceará								
MANANCIAL: Açude					NATUREZA: Água in natura			
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: 12:30 h		CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h			
VOLUME: 200 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio					
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano.								
OBS: ***								

EXAMES REALIZADOS

1) COLIMETRIA PARA COLIFORMES TOTAIS:	140 UFC/ 100 mL
2) COLIMETRIA PARA COLIFORMES FECAIS:	04 UFC/ 100 mL
TEMPERATURA DA AMOSTRA: - °C	TEMPERATURA AMBIENTE: - °C
COLORO RESIDUAL LIVRE: -	COLORO RESIDUAL TOTAL: -
ASPECTO DA ÁGUA: Corado	pH: -
OBS: ***	

VALORES DE REFERÊNCIA

- 1) Ausência de colônias de coliformes totais por 100 mL da amostra.
- 2) Ausência de colônias de coliformes fecais por 100 mL da amostra.

METODOLOGIA: *Método de Análise baseado no Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20 th Edition 1998 . (Tubos Múltiplos).*

LAUDO: A amostra analisada **CONTRARIA** o padrão microbiológico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00. **IMPRÓPRIA** para consumo humano sem prévia desinfecção. Após as providências repetir a análise.

OBS: O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.

DATA: **15/04/02**
nims

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA E ORGANOLÉPTICA DA ÁGUA
INFORMAÇÕES GERAIS

INFORMAÇÕES GERAIS									
NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	2	1	0	1	
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA.									
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont,1687 – Sala 202						CIDADE: Fortaleza - Ceará			
LOCAL DA COLETA: Açude Caxitoré – Fazenda Cacimbas A 1 – localizado em Itapajé - Ceará									
MANANCIAL: Açude				NATUREZA: Água in natura					
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: -		CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h				
VOLUME: 1000 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio						
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano.									
OBS: ***									

RESULTADO DA ANÁLISE

* COR: **35,0** [*1] ODOR: **NO** [*2] SABOR: **NO** [*2]

TEMP. DA AMOSTRA **27,8 °C**

ASPECTO DA ÁGUA: **Corado**

PARÂMETROS ANALISADOS	VALORES DETERMINADOS	VALORES DE REFERÊNCIA	
		VMP [* 4]	UNIDADE
ALCALINIDADE TOTAL	87,3	-	mg/L
ALC. CARBONATOS	0,0	-	mg/L
ALC. HIDRÓXIDOS	0,0	-	mg/L
CLORETOS	114,1	250	mg/L
COND. ELÉTRICA	0,576	-	mS/cm
CO ₂ LIVRE	6,2	-	mg/L
CÁLCIO	21,1	-	mg/L
DUREZA DE CÁLCIO	52,8	-	mg/L
MAGNÉSIO	14,5	-	mg/L
DUREZA DE MAGNÉSIO	50,0	-	mg/L
DUREZA TOTAL	112,3	500	mg/L
FERRO TOTAL	0,23	0,3	mg/L
FLUORETOS	0,28	1,5	mg/L
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	3,67	-	mg/L
pH	7,42	6,0 a 9,5	Recomendado
RESIDUAL DE CLORO	Ausência	0,2 a 0,5	Recomendado
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	412,4	1000	mg/L
SALINIDADE	0,02	-	%
* TURBIDEZ	6,0	5,0	UNT [*3]

OBS 1 [*1] UH – Unidade da escala de Hazen (Platina Cobalto). VMP = 15,0 UH.

[*2] NO – Não Objetável

[*3] UT – Unidade de turbidez (Nefelométrica ou Jackson)

[*4] VMP – Valor Máximo Permissível pela Legislação.

OBS 2: **O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.**

LAUDO: Os parâmetros analisados **ATENDEM** ao padrão Físico-Químico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00 exceto cor e turbidez. Para consumo humano consultar laudo microbiológico.

DATA: **15/04/02**

nims

RESPONSÁVEL TÉCNICO :

Juari Oliveira Pascoal
Farm. Biot. Sanitarista

CRFCE 905 CPF 069044914 - 34

AÇUDE CAXITORÉ (FAZENDA CACIMBAS): AMOSTRA 2



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

INFORMAÇÕES GERAIS

NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	5	8	6	4
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA								
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont,1687 – Sala 202 - Aldeota						CIDADE: Fortaleza - Ceará		
LOCAL DA COLETA: Açude Caxitoré – Fazenda Cacimbas A 2 Localizado em Itapajé - Ceará								
MANANCIAL: Açude				NATUREZA: Água in natura				
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: 12:30 h		CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h			
VOLUME: 200 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio					
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano								
OBS: ***								

EXAMES REALIZADOS

1) COLIMETRIA PARA COLIFORMES TOTAIS:	220 UFC/ 100 mL
2) COLIMETRIA PARA COLIFORMES FECAIS:	02 UFC/ 100 mL
TEMPERATURA DA AMOSTRA: - °C	TEMPERATURA AMBIENTE: - °C
COLORO RESIDUAL LIVRE: -	COLORO RESIDUAL TOTAL: -
ASPECTO DA ÁGUA: Corado	pH: -
OBS: ***	

VALORES DE REFERÊNCIA

- 1) Ausência de colônias de coliformes totais por 100 mL da amostra.
- 2) Ausência de colônias de coliformes fecais por 100 mL da amostra.

METODOLOGIA: *Método de Análise baseado no Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20 th Edition 1998 . (Tubos Múltiplos).*

LAUDO: A amostra analisada **CONTRARIA** o padrão microbiológico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00. **IMPRÓPRIA** para consumo humano sem prévia desinfecção. Após as providências repetir a análise.

OBS: *O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.*

DATA: **15/04/02**
gms

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA E ORGANOLÉPTICA DA ÁGUA
INFORMAÇÕES GERAIS

INFORMAÇÕES GERAIS									
NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	2	1	0	2	
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA.									
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont,1687 – Sala 202						CIDADE: Fortaleza - Ceará			
LOCAL DA COLETA: Açude Caxitoré – Fazenda Cacimbas A 2 – localizado em Itapajé - Ceará									
MANANCIAL: Açude					NATUREZA: Água in natura				
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: -		CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h				
VOLUME: 1000 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio						
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano.									
OBS: ***									

RESULTADO DA ANÁLISE

* COR: 30,0 [*1] ODOR: NO [*2] SABOR: NO [*2]

TEMP. DA AMOSTRA 27,9 °C

ASPECTO DA ÁGUA: **Corado**

PARÂMETROS ANALISADOS	VALORES DETERMINADOS	VALORES DE REFERÊNCIA	
		VMP [* 4]	UNIDADE
ALCALINIDADE TOTAL	85,4	-	mg/L
ALC. CARBONATOS	0,0	-	mg/L
ALC. HIDRÓXIDOS	0,0	-	mg/L
CLORETOS	114,0	250	mg/L
COND. ELÉTRICA	0,581	-	mS/cm
CO ₂ LIVRE	5,8	-	mg/L
CÁLCIO	20,2	-	mg/L
DUREZA DE CÁLCIO	50,4	-	mg/L
MAGNÉSIO	15,3	-	mg/L
DUREZA DE MAGNÉSIO	52,8	-	mg/L
DUREZA TOTAL	113,3	500	mg/L
FERRO TOTAL	0,12	0,3	mg/L
FLUORETOS	0,16	1,5	mg/L
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	3,56	-	mg/L
pH	7,47	6,0 a 9,5	Recomendado
RESIDUAL DE CLORO	Ausência	0,2 a 0,5	Recomendado
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	415,9	1000	mg/L
SALINIDADE	0,02	-	%
TURBIDEZ	4,0	5,0	UNT [*3]

OBS 1 [*1] UH – Unidade da escala de Hazen (Platina Cobalto). VMP = 15,0 UH.

[*2] NO – Não Objetável

[*3] UT – Unidade de turbidez (Nefelométrica ou Jackson)

[*4] VMP – Valor Máximo Permissível pela Legislação.

OBS 2: O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.

LAUDO: Os parâmetros analisados **ATENDEM** ao padrão Físico-Químico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00 exceto a cor. Para consumo humano consultar laudo microbiológico.

DATA: 15/04/02

nims

RESPONSÁVEL TÉCNICO :

Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34

AÇUDE SÃO MIGUEL (IRATINGA): AMOSTRA 1



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
INFORMAÇÕES GERAIS

NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	5	8	6	1
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA								
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont, 1687 – Sala 202 - Aldeota						CIDADE: Itapajé - Ceará		
LOCAL DA COLETA: Açude São Miguel Barragem A 1						DIST. IRATINGA		
MANANCIAL: Açude						NATUREZA: Água in natura		
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: 10:00 h			CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h		
VOLUME: 200 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio					
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano.								
OBS: **								

EXAMES REALIZADOS

1) COLIMETRIA PARA COLIFORMES TOTAIS:	≥ 2400 UFC/ 100 mL
2) COLIMETRIA PARA COLIFORMES FECAIS:	≥ 2400 UFC/ 100 mL
TEMPERATURA DA AMOSTRA: 27,7 °C	TEMPERATURA AMBIENTE: --°C
COLOR RESIDUAL LIVRE: Ausência	COLOR RESIDUAL TOTAL: -
ASPECTO DA ÁGUA: Turvo	pH: 7,13
OBS: ***	

VALORES DE REFERÊNCIA

- 1) Ausência de colônias de coliformes totais por 100 mL da amostra.
- 2) Ausência de colônias de coliformes fecais por 100 mL da amostra.

METODOLOGIA: *Método de Análise baseado no Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20 th Edition 1998 . (Tubos Múltiplos).*

LAUDO: A amostra analisada **CONTRARIA** o padrão microbiológico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00. **IMPRÓPRIA** para consumo humano sem prévia desinfecção.

OBS: O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.

DATA: **13/04/02**
gms

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA E ORGANOLÉPTICA DA ÁGUA
INFORMAÇÕES GERAIS

NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	2	0	9	9
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA.								
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont, 1687 – Sala 202						CIDADE: Fortaleza - Ceará		
LOCAL DA COLETA: Açude São Miguel – Barragem A 1 – localizado em Itapajé - Ceará								
MANANCIAL: Açude						NATUREZA: Água in natura		
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: 10:00 h			CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h		
VOLUME: 1000 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio					
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano.								
OBS: ***								

RESULTADO DA ANÁLISE

* COR: 100,0 [*1] ODOR: NO [*2] SABOR: NO [*2]

TEMP. DA AMOSTRA 27,7 °C

ASPECTO DA ÁGUA: **Turvo**

PARÂMETROS ANALISADOS	VALORES DETERMINADOS	VALORES DE REFERÊNCIA	
		VMP [* 4]	UNIDADE
ALCALINIDADE TOTAL	66,0	-	mg/L
ALC. CARBONATOS	0,0	-	mg/L
ALC. HIDRÓXIDOS	0,0	-	mg/L
CLORETOS	50,3	250	mg/L
COND. ELÉTRICA	0,318	-	mS/cm
CO ₂ LIVRE	10,0	-	mg/L
CÁLCIO	12,7	-	mg/L
DUREZA DE CÁLCIO	31,8	-	mg/L
MAGNÉSIO	6,0	-	mg/L
DUREZA DE MAGNÉSIO	20,7	-	mg/L
DUREZA TOTAL	56,4	500	mg/L
* FERRO TOTAL	3,1	0,3	mg/L
FLUORETOS	Ausência	1,5	mg/L
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	1,79	-	mg/L
pH	7,13	6,0 a 9,5	Recomendado
RESIDUAL DE CLORO	Ausência	0,2 a 0,5	Recomendado
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	244,7	1000	mg/L
SALINIDADE	0,01	-	%
* TURBIDEZ	108,0	5,0	UNT [*3]

OBS 1 [*1] UH – Unidade da escala de Hazen (Platina Cobalto). VMP = 15,0 UH.

[*2] NO – Não Objetável

[*3] UT – Unidade de turbidez (Nefelométrica ou Jackson)

[*4] VMP – Valor Máximo Permissível pela Legislação.

OBS 2: O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.

LAUDO: Os parâmetros precedidos de asteriscos **CONTRARIAM** o padrão Físico-Químico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00. Para consumo humano a água deverá ser submetida a tratamento convencional.

DATA: 15/04/02

RESPONSÁVEL TÉCNICO :


Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34

AÇUDE SÃO MIGUEL (IRATINGA): AMOSTRA 2



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
INFORMAÇÕES GERAIS

NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	5	8	6	2
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA								
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont, 1687 – Sala 202 - Aldeota						CIDADE: Itapajé - Ceará		
LOCAL DA COLETA: Açude São Miguel Barragem A 2 – <i>DIST. IRATINGA</i>								
MANANCIAL: Açude						NATUREZA: Água in natura		
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: 11:00 h			CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h		
VOLUME: 200 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio					
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano.								
OBS: **								

EXAMES REALIZADOS

1) COLIMETRIA PARA COLIFORMES TOTAIS:	≥ 2400 UFC/ 100 mL
2) COLIMETRIA PARA COLIFORMES FECAIS:	≥ 2400 UFC/ 100 mL
TEMPERATURA DA AMOSTRA: 27,8 °C	TEMPERATURA AMBIENTE: --°C
COLORO RESIDUAL LIVRE: Ausência	COLORO RESIDUAL TOTAL: -
ASPECTO DA ÁGUA: Turvo	pH: 7,13
OBS: ***	

VALORES DE REFERÊNCIA

- 1) Ausência de colônias de coliformes totais por 100 mL da amostra.
- 2) Ausência de colônias de coliformes fecais por 100 mL da amostra.

METODOLOGIA: *Método de Análise baseado no Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20 th Edition 1998 . (Tubos Múltiplos).*

LAUDO: A amostra analisada **CONTRARIA** o padrão microbiológico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00. **IMPRÓPRIA** para consumo humano sem prévia desinfecção.

OBS: *O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.*

DATA: **13/04/02**
gms

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34



BIO ANÁLISE PASCOAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
CEP: 60115-280
FONE: (85) 264 -4748 / (85) 244-7846 / 9982-8271

ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA E ORGANOLÉPTICA DA ÁGUA
INFORMAÇÕES GERAIS

NÚMERO DA AMOSTRA	0	4	0	2	2	1	0	0
NOME DO SOLICITANTE : AGE – CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA.								
ENDEREÇO: Av. Santos Dumont,1687 – Sala 202						CIDADE: Fortaleza - Ceará		
LOCAL DA COLETA: Açude São Miguel – Barragem A 2 – localizado em Itapajé - Ceará								
MANANCIAL: Açude					NATUREZA: Água in natura			
DATA DA COLETA: 11/04/02			HORA: -		CHEG. AO LAB: 11/04/02 às 16:15 h			
VOLUME: 1000 mL			RESP. PELA COLETA: Dr. Afrânio					
USO A QUE SE DESTINA: Consumo humano.								
OBS: ***								

RESULTADO DA ANÁLISE

* COR: **112,5 [*1]** ODOR: **NO [*2]** SABOR: **NO [*2]**

TEMP. DA AMOSTRA **27,8 °C**

ASPECTO DA ÁGUA: **Turvo**

PARÂMETROS ANALISADOS	VALORES DETERMINADOS	VALORES DE REFERÊNCIA	
		VMP [* 4]	UNIDADE
ALCALINIDADE TOTAL	62,1	-	mg/L
ALC. CARBONATOS	0,0	-	mg/L
ALC. HIDRÓXIDOS	0,0	-	mg/L
CLORETOS	46,3	250	mg/L
COND. ELÉTRICA	0,310	-	mS/cm
CO ₂ LIVRE	9,5	-	mg/L
CÁLCIO	14,1	-	mg/L
DUREZA DE CÁLCIO	35,1	-	mg/L
MAGNÉSIO	3,8	-	mg/L
DUREZA DE MAGNÉSIO	13,2	-	mg/L
DUREZA TOTAL	50,8	500	mg/L
* FERRO TOTAL	3,25	0,3	mg/L
FLUORETOS	Ausência	1,5	mg/L
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	2,44	-	mg/L
pH	7,13	6,0 a 9,5	Recomendado
RESIDUAL DE CLORO	Ausência	0,2 a 0,5	Recomendado
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	238,6	1000	mg/L
SALINIDADE	0,01	-	%
* TURBIDEZ	116,0	5,0	UNT [*3]

OBS 1 [*1] UH – Unidade da escala de Hazen (Platina Cobalto). VMP = 15,0 UH.

[*2] NO – Não Objetável

[*3] UT – Unidade de turbidez (Nefelométrica ou Jackson)

[*4] VMP – Valor Máximo Permissível pela Legislação.

OBS 2: O PRESENTE RESULTADO, LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.

LAUDO: Os parâmetros precedidos de asteriscos **CONTRARIAM** o padrão Físico-Químico de Potabilidade da água, Portaria 1469 GM do Ministério da Saúde de 29/12/00. Para consumo humano a água deverá ser submetida a tratamento convencional.

DATA: **15/04/02**

RESPONSÁVEL TÉCNICO :


Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34

ANEXO II – REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO 01



FOTO 02



FOTO 03



FOTO 04



FOTO 05



FOTO 06



FOTO 07



FOTO 08



FOTO 09



FOTO 10



FOTO 11



FOTO 12



FOTO 13



FOTO 14



FOTO 15



FOTO 16



FOTO 17



FOTO 18



FOTO 19



FOTO 20



FOTO 21



FOTO 22



FOTO 23



FOTO 24



FOTO 25



FOTO 26



FOTO 27



FOTO 28



FOTO 29



FOTO 30



FOTO 31



FOTO 32



FOTO 33



FOTO 34



FOTO 35



FOTO 36



FOTO 37

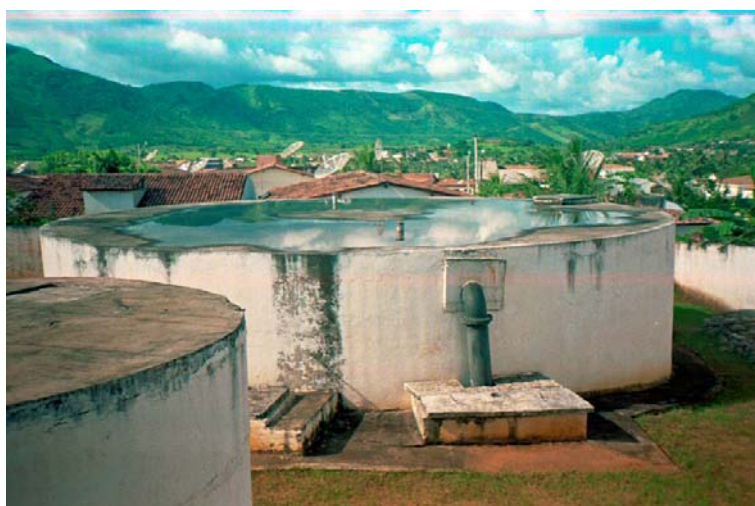


FOTO 38



FOTO 39



FOTO 40



FOTO 41



FOTO 42



AGE - Consultores Associados S/C Ltda.

Av. Santos Dumont, 1687 - Sala 202, 60150-160, Fortaleza-CE, TELEFAX: (85) 3224 6616
ageconsultores@fortalnet.com.br