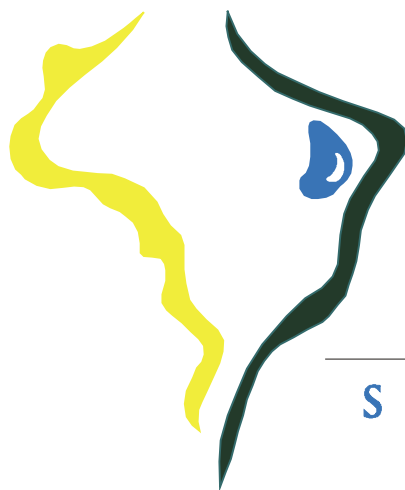


**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH**  
SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA  
O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO - PROÁGUA



**PROÁGUA**

S E M I - Á R I D O

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE PIRES FERREIRA**

**RELATÓRIO FINAL DE VIABILIDADE - RFV**

FORTALEZA  
NOVEMBRO/2002



## ÍNDICE

APRESENTAÇÃO .....	1
I - INFORMAÇÕES GERAIS .....	I-2
I.1 - INTRODUÇÃO .....	I-2
I.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO .....	I-3
I.2.1 - Localização e Acesso .....	I-3
I.2.2 - Cartografia .....	I-3
I.2.3 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos .....	I-3
I.2.4 - Relevo .....	I-4
I.2.5 - Solos e Uso Atual .....	I-4
I.2.6 - Vegetação .....	I-6
I.2.7 - Recursos Hídricos .....	I-7
I.2.8 - Climatologia .....	I-11
I.2.9 - Meio Ambiente .....	I-12
I.3 - DINÂMICA ECONÔMICA .....	I-12
I.4 - POPULAÇÃO ALVO .....	I-13
I.4.1 - Generalidades .....	I-13
I.4.2 - Taxas de Crescimento .....	I-13
I.4.3 - Condições Econômicas e Sociais .....	I-14
I.5 - PROBLEMÁTICA DO ABASTECIMENTO .....	I-16
I.5.1 - Sistemas Existentes .....	I-16
I.6 - ESTUDO DE DEMANDAS .....	I-20
I.6.1 - Introdução .....	I-20
I.6.2 - Parâmetros de Projeto .....	I-22
I.6.3 - Projeção Populacional .....	I-23
I.6.4 - Estimativa da Demanda & Oferta: Cenário COM PROJETO.....	I-27
I.6.5 - Conclusões .....	I-28
II - VIABILIDADE TÉCNICA .....	II-2
II.1 - INTRODUÇÃO .....	II-2
II.2 - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO .....	II-5
II.2.1 - Considerações Gerais .....	II-5
II.2.2 - Metodologia para Definição do Diâmetro Econômico .....	II-6
II.2.3 - Concepção 1 .....	II-8
II.2.4 - Concepção 2 (Alternativa Única) .....	II-12
II.2.5 - Conclusões .....	II-12
II.3 - O SISTEMA PROPOSTO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	II-12
II.3.1 - Fonte Hídrica .....	II-12

II.3.2 - Estação de Tratamento de Água - ETA .....	II-13
II.3.3 - Estações de Bombeamento - EB's .....	II-13
II.3.4 - Adutoras .....	II-15
II.3.5 - Reservatórios .....	II-16
III - VIABILIDADE AMBIENTAL .....	III-2
III.1 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO .....	III-2
III.1.1 - Área de Influência do Projeto .....	III-2
III.1.2 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos .....	III-2
III.1.3 - Solos .....	III-3
III.1.4 - Recursos Hídricos Superficiais .....	III-4
III.1.5 - Recursos Hídricos Subterrâneos .....	III-12
III.1.6 - Uso e Ocupação do Solo .....	III-13
III.1.7 - Aspectos Sócio-Econômicos .....	III-14
III.2 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE .....	III-16
III.3 - O PROJETO .....	III-19
III.3.1 - Identificação do Empreendedor .....	III-19
III.3.2 - Caracterização do Projeto .....	III-19
III.3.3 - Situação do Licenciamento Ambiental .....	III-20
III.4 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	III-21
III.4.1 - Metodologia Adotada .....	III-21
III.4.2 - Checklist de Avaliação dos Impactos .....	III-22
III.4.3 - Identificação dos Impactos Ambientais .....	III-22
III.5 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL PRECONIZADAS .....	III-25
III.5.1 - Generalidades .....	III-25
III.5.2 - Adoção de Normas de Segurança no Trabalho .....	III-26
III.5.3 - Limpeza da Área das Obras .....	III-27
III.5.4 - Manutenção da Infra-Estrutura Implantada .....	III-28
III.5.5 - Sinalização e Controle de Tráfego .....	III-28
III.5.6 - Implantação de Sistema de Esgotamento Sanitário nas Localidades Beneficiadas .....	III-29
III.6 - O ATUAL PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO NÍVEL DOS RESERVATÓRIOS REALIZADO PELA COGERH .....	III-29
III.7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	III-30
IV - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA .....	IV-2
IV.1 - INTRODUÇÃO .....	IV-2
IV.2 - METODOLOGIA .....	IV-2
IV.3 - AVALIAÇÃO FINANCEIRA .....	IV-2
IV.3.1 - Conceitos Básicos .....	IV-2
IV.3.2 - Projeção da População Alvo .....	IV-3

IV.3.3 - Projeções de Demanda .....	IV-6
IV.3.4 - Projeções de Oferta.....	IV-7
IV.3.5 - Investimentos Propostos .....	IV-7
IV.3.6 - Despesas Operacionais .....	IV-8
IV.3.7 - Tarifas Médias .....	IV-8
IV.3.8 - Projeções de Receitas .....	IV-9
IV.3.9 - Impacto Fiscal .....	IV-9
IV.3.10 - Usos e Fontes dos Recursos.....	IV-9
IV.3.11 - Custo da Água .....	IV-10
IV.3.12 - Fluxo de Caixa .....	IV-10
IV.3.13 - Indicadores Financeiros .....	IV-10
IV.3.14 - Análise do Projeto de Esgotamento Sanitário Isoladamente .....	IV-10
IV.3.15 - Análise Conjunta dos Projetos Água e Esgoto .....	IV-11
IV.4 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	IV-11
IV.4.1 - Conceitos .....	IV-11
IV.4.2 - Parâmetros Utilizados .....	IV-12
IV.4.3 - População Abastecida e Demanda .....	IV-13
IV.4.4 - Investimentos .....	IV-13
IV.4.5 - Custos Operacionais.....	IV-13
IV.4.6 - Capacidade dos Sistemas.....	IV-13
IV.4.7 - Resultados da Avaliação Econômica .....	IV-14
IV.4.8 - Análise Conjunta dos Sistemas Água e Esgoto .....	IV-14

## V - ANEXOS

- ANEXO I - REGISTRO FOTOGRÁFICO
- ANEXO II - SISTEMA ADUTOR DE IPU: SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO COM A INCLUSÃO DAS DEMANDAS DE PIRES FERREIRA E DEMAIS LOCALIDADES
- ANEXO III - SISTEMA ADUTOR DE PIRES FERREIRA: CONCEPÇÃO 1 - ANÁLISE FINANCEIRAS DAS ALTERNATIVAS
- ANEXO IV - SISTEMA ADUTOR DE PIRES FERREIRA: CONCEPÇÃO 1 - DIMENSIONAMENTO DAS ALTERNATIVAS DE BOMBEAMENTO
- ANEXO V - MODELO SIMOP: ÁGUA
- ANEXO VI - MODELO SIMOP ÁGUA MAIS ESGOTO (Tarifa da Água)
- ANEXO VII - MODELO SIMOP ÁGUA MAIS ESGOTO (Tarifa da Água Dobrada)
- ANEXO VIII - LAUDOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DO AÇUDE ARARAS
- ANEXO IX - DADOS OPERACIONAIS DO S.A.A. DE PIRES FERREIRA
- ANEXO X - DADOS OPERACIONAIS DO S.I.A.A. DE OTAVILÂNDIA E DELMIRO GOUVEIA

## **APRESENTAÇÃO**

## **APRESENTAÇÃO**

O presente documento constitui o RELATÓRIO FINAL DE VIABILIDADE - RFV DO PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE PIRES FERREIRA, elaborado no âmbito do Contrato S/N, celebrado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SRH/CE e a empresa AGE - Consultores Associados S/C Ltda.

O objetivo desta análise é investigar a viabilidade do referido empreendimento, tanto do ponto de vista técnico, como ambiental, financeiro e econômico.

O principal subsídio fornecido pela SRH/CE foi a apresentação dos dois relatórios (RTP - Relatório Técnico Preliminar e RFV - Relatório Final de Viabilidade), elaborados anteriormente pela ECOTEC - Ecologia e Tecnologia S/C, no âmbito do Contrato N.º 01/2001 - SRH, bem como os pareceres formulados pela equipe de consultores do PROÁGUA.

Este documento, composto de 5 (cinco) capítulos, apresenta de maneira bem abrangente uma caracterização geral da área de influência do projeto (Capítulo I), descreve o sistema proposto com todos os parâmetros de cálculo considerados, caracterizando sua viabilidade técnica (Capítulo II), demonstra os aspectos ambientais envolvidos (Capítulo III) e desenvolve a análise de viabilidade financeira e econômica, empregando o modelo SIMOP (Capítulo IV). O Capítulo V apresenta, como anexo, todos os documentos relevantes que tratam das referidas análises.

Seguiu-se, rigorosamente, todas as recomendações e metodologias apresentadas no Manual Operativo do PROÁGUA/Semi-árido (2ª Edição. Abril/2000).

Fortaleza, 5 de novembro de 2002

---

**Afrânio de Sousa Alves**  
Diretor Técnico  
AGE - Consultores Associados S/C Ltda.

## **I - INFORMAÇÕES GERAIS**

## I - INFORMAÇÕES GERAIS

### I.1 - INTRODUÇÃO

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. Com relação ao Ceará o IDH foi de 0,506 em 1991, sendo que Pires Ferreira apresentou um valor de 0,373. Dessa forma esse município, juntamente com outros 389 da Federação, foi incluído na categoria de baixo desenvolvimento humano, conforme classificação do PNUD.

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 quatros grupos.

De acordo com essa metodologia, o município de Pires Ferreira obteve a 126ª posição no ranking estadual, com um IDM de 20,10. É importante ressaltar que 87 municípios apresentaram um índice inferior a 23,50, representando cerca de 1.565.297 habitantes, ou seja, 21% da população do Estado do Ceará.



## **I.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO**

### **I.2.1 - Localização e Acesso**

O município de Pires Ferreira está situado na porção noroeste do Estado do Ceará, região administrativa 6, microrregião homogênea de Ipu, bacia hidrográfica do rio Acaraú. Possui uma área geográfica de 246,5 km<sup>2</sup>, representando cerca de 0,17% do território cearense. Limita-se com os municípios de Ipu, Reriutaba, Varjota, Santa Quitéria e Hidrolândia.

A sede municipal, situada a 200 m de altitude em relação ao nível médio do mar, possui as seguintes coordenadas geográficas:

- **LATITUDE** ..... 04° 14'48" S

- **LONGITUDE** ..... 40° 38'43" W

O principal acesso à sede municipal de Pires Ferreira, a partir de Fortaleza, é feito através das rodovias BR-020 até Canindé, CE-257 (Santa Quitéria), CE-366 (Varjota), CE-329 (entrocamento Delmiro Gouveia / Pires Ferreira) e CE-525 (rodovia de acesso para Pires Ferreira). Esse percurso perfaz uma extensão total de, aproximadamente, 295 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 SB.24-V-A-III (IPU) e SB.24-V-B-I (SANTA QUITÉRIA), 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 esse trabalho datam de 1969, sendo que o apoio básico e o apoio suplementar foram realizados em 1970/1971, e a restituição em 1972.

Para auxiliar o trabalho, 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, conforme pode-se observar na **Figura I.2** a seguir. 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 I.3** apresentada a seguir.

O município de Pires Ferreira apresenta um quadro geológico relativamente simples, observando-se um predomínio de rochas do embasamento cristalino de idade pré-cambriana, representadas por gnaisses e migmatitos diversos, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição

predominantemente granítica. Sobre esse substrato, repousam, no extremo oeste, conglomerados e arenitos de textura grossa, arcoseanos ou caulínicos, com intercalações de siltitos e folhelhos do Siluro-Devoniano (Formação Serra Grande). Ocorrem, ainda, coberturas aluvionares de idade quaternária, encontradas ao longo dos principais cursos d'água que drenam o município.

Com relação a geomorfologia, o sistema adutor se desenvolve predominantemente sobre a depressão sertaneja, apresentando topografia plana a suave ondulada.

#### **I.2.4 - Relevo**

O relevo apresenta as formas suaves e pouco dissecadas da Depressão Sertaneja, produto da superfície de aplainamento em atuação no Cenozóico. As altitudes ali verificadas situam-se próximas dos 200 metros. A rede de drenagem é densa, apresentando um fluxo hídrico intermitente e sazonal.

#### **I.2.5 - Solos e Uso Atual**

De acordo com a [Figura I.4](#) observa-se que há uma predominância, na região de Pires Ferreira, de solos Bruno Não Cálcico e solos Podzólicos Vermelho-Amarelo, que englobam, respectivamente, cerca de 38% e 62% do território municipal.

Predominam ao longo do traçado do sistema adutor os solos do tipo Bruno Não Cálcicos, associados a solos Litólicos Eutróficos, Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados. Ocorrem, ainda, numa escala relativamente reduzida, os Podzólicos Vermelho Amarelo Equivalente Eutróficos, em geral, formando associações com os Litólicos e Latossolos Escuros Eutróficos.

Os solos Bruno Não Cálcicos ocupam áreas de relevo plano a suave ondulado, nos domínios da Depressão Sertaneja, onde predominam rochas gnáissico-migmatíticas. Normalmente encontram-se associados com solos Litólicos Eutróficos e Planossolos Solódicos. São rasos ou moderadamente profundos, de alta fertilidade natural, moderado a imperfeitamente drenados, ácidos a praticamente neutros e com grande quantidade de minerais primários no perfil. Caracterizam-se, também, pela freqüente presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus ou matações caracterizando aparentemente um pavimento desértico.

Os Litólicos Eutróficos são solos rasos a muito rasos, de textura arenosa a argilosa, normalmente com fase pedregosa e rochosa. Possuem drenagem de moderada a acentuada, e são bastante susceptíveis a erosão, face a sua reduzida espessura, pois o substrato rochoso dificulta ou impede a percolação da água, expondo o horizonte A aos efeitos das enxurradas.

Os Planossolos Solódicos são moderadamente profundos a rasos e imperfeitamente drenados. Apresentam como fatores limitantes ao uso agrícola a susceptibilidade à erosão e a elevada saturação de sódio nos horizontes subsuperficiais. Além disso, o horizonte Bt não apresenta condições físicas favoráveis a penetração das raízes dado o excesso de água durante o período chuvoso e o ressecamento/fendilhamento durante o período seco.

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

Os Podzólicos Vermelho Amarelo Equivalente Eutróficos são solos de média a alta fertilidade, comumente profundos, poucas vezes rasos, de textura argilosa, com presença de cascalho nos solos rasos. Via de regra, são moderadamente a bem drenados, excetuando-se os solos rasos, que apresentam drenagem moderada a imperfeita.

Os Latossolos Vermelho Escuros Eutróficos são solos profundos a muito profundos, de textura argilosa ou média, bem a fortemente drenados, com Horizonte B latossólico. Geralmente são bastante resistentes à erosão em decorrência da baixa mobilidade da fração argilosa, do alto grau de flocação e da grande porosidade e permeabilidade. São solos moderadamente ácidos a praticamente neutros, com baixo teor de alumínio trocável e média a alta fertilidade.

Segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, em 1999, haviam 208 imóveis rurais cadastrados em Pires Ferreira, totalizando uma área de 16.987 hectares, sendo 124 (3.128 ha) correspondes a minifúndio (não classificados), 62 (6.267 ha) são pequenas propriedades, 20 (5.744 ha) são médias propriedades e 2 (1.848 Ha.) são grandes propriedades. Dos imóveis classificados, 31 (5.611 ha) foram enquadrados na categoria produtiva, e 54 (8.247 ha) na categoria não produtiva.

De acordo com os dados do [Quadro I.1](#), apresentado a seguir, o uso do solo na lavoura, em 1999, deu-se da seguinte forma: 46% da área plantada era de milho, 40% de feijão, 6% de cajueiros, 3% de cana-de-açúcar e 5% outros cultivos.

PRODUTOS	ÁREA (ha.)	PRODUÇÃO (t)	RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha.)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)
Algodão herb. (caroço)	50	31	620	18.600,00
Arroz (casca)	100	80	800	32.000,00
Banana	75	75	1.000	186.750,00
Cana-de-açúcar	230	9.200	40.000	202.400,00
Castanha de caju	500	100	200	65.000,00
Coco da Bahia	30	150	5.000	39.000,00
Feijão (grãos)	3.100	930	300	344.100,00
Laranja	13	650	50.000	19.500,00
Mamão	5	10	20.000	14.000,00
Mandioca	100	500	5.000	18.500,00
Manga	10	500	50.000	15.000,00
Milho (grãos)	3.600	2.880	800	576.000,00
Tomate	20	600	30.000	191.400,00
TOTAL	7.833	15.706	-	1.722.250,00

FONTE: IPLANCE. Perfil Básico Municipal 2000.

### 1.2.6 - Vegetação

A adutora de Pires Ferreira se desenvolverá em áreas com predomínio de vegetação de caatinga arbórea (Floresta Caducifólia Espinhosa), na maior extensão de seu traçado. Ocorrendo, ainda, as formações de matas secas (Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial), na sede municipal, e a caatinga arbustiva densa nas proximidades do açude Araras, em Otavilândia. 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 pavimentadas. Na faixa de domínio dessas rodovias observa-se apenas um recobrimento gramíneo/herbáceo com arbustos esparsos. 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. Deve-se ressaltar, entretanto, a localização da sede do distrito de Otavilândia, comunidade a ser atendida pelo abastecimento d'água, na área de preservação permanente do açude Araras.

No local da captação da Adutora Araras-Ipu, da qual derivará o sistema em análise, a margem do açude Araras encontra-se cercada para evitar o acesso de pessoas ao local, entretanto, a ancoragem da estação de bombeamento flutuante encontra-se deficiente, provocando o deslocamento do conjunto de bombas para uma área próximo às margens. Nesse local foi constatada a presença de pessoas lavando roupa e tomando banho, além de cultivos de sequeiro nas proximidades. A margem do açude na área de captação está totalmente desprovida de vegetação, tendo-se observado apenas um revestimento gramíneo/herbáceo.

## **1.2.7 - Recursos Hídricos**

### *1.2.7.1 - Águas Superficiais*

O município de Pires Ferreira está totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Acaraú, apresentando como drenagens expressivas o rio Jatobá e os riachos São Francisco e Refrigério. Os seus limites com os municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia são totalmente cobertos pelo espelho d'água do açude Araras (Paulo Sarasate), que tem capacidade de armazenamento de 860.900.024 m<sup>3</sup>. Apesar disso, o reservatório presta-se a regularização do rio Acaraú, beneficiando Pires Ferreira apenas com áreas de varzantes, que variam de acordo com a situação do reservatório.

### *1.2.7.2 - Águas Subterrâneas*

#### 1.2.7.2.1 - Domínios Hidrogeológicos

No município de Pires Ferreira pode-se distinguir três domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas, sedimentos da Formação Serra Grande e depósitos aluvionares.

As rochas cristalinas predominam totalmente na área e representam o que é denominado comumente de “aquífero 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 sedimentos da Formação Serra Grande representam, na região, o domínio de mais alto potencial do ponto de vista hidrogeológico. Entretanto, no município de Pires Ferreira, em função da área de ocorrência desses sedimentos ser muito restrita (apenas no extremo oeste), esse domínio decresce em importância.

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 terrenos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

#### 1.2.7.2.2 - Diagnóstico Atual da Exploração

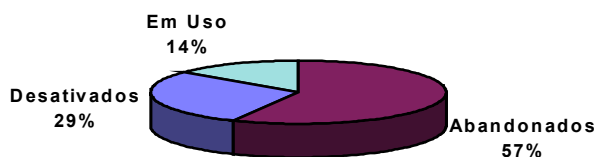
O levantamento realizado no município de Pires Ferreira registrou a presença de 31 poços tubulares, sendo 7 públicos e 24 privados (CPRM. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. Fevereiro, 1999). A totalidade dos poços encontra-se no domínio das rochas cristalinas. A situação atual dessas obras, levando em conta seu caráter público ou privado é apresentada no **Quadro 1.2**, e sob forma percentual, nas **Figuras 1.5a e 1.5b**.

**Quadro 1.2 - Situação atual dos poços tubulares cadastrados**

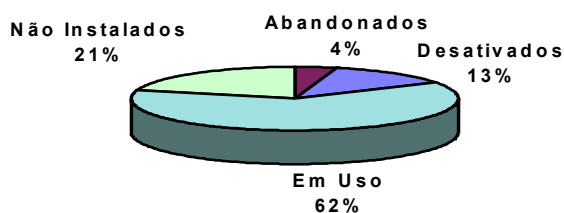
Poços Tubulares				
Caráter	Abandonado	Desativado	Em Uso	Não Instalado
PUBLICO	4	2	1	-
PRIVADO	1	3	15	5

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

#### (A) PÚBLICOS

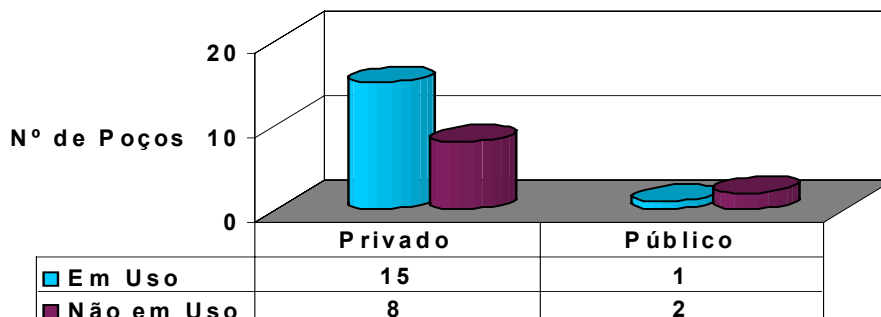


#### (B) PRIVADOS



**Figura 1.5 - Situação atual dos poços tubulares cadastrados**

A **Figura I.6** mostra a relação entre os poços atualmente em uso e os poços passíveis de entrar em funcionamento (não em uso - desativados e não instalados).



**Figura I.6** - Relação entre poços em uso e poços não em uso

Verifica-se que 62% do total dos poços privados (15 poços) estão em uso e 34% (8 poços) são passíveis de entrar em funcionamento (desativados - 3 poços; não instalados - 5 poços). Com relação aos poços tubulares públicos, 29% (2 poços) encontram-se desativados e, conseqüentemente, podem ser aproveitados, enquanto que apenas 1 poço está sendo utilizado.

#### I.2.7.2.3 - Aspectos Quantitativos e Qualitativos

Em relação ao aspecto quantitativo serão considerados, para efeito de cálculos, apenas os poços tubulares profundos, os quais apresentam uma exploração sistemática através de equipamentos de bombeamento diversos. 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.

Considerando a diretriz proposta, foi considerada, para o domínio das rochas cristalinas, uma vazão média de 1,7 m<sup>3</sup>/h, resultado de uma análise estatística de mais de 3.000 poços no cristalino do Estado do Ceará (Möbus, Silva & Feitosa, 1998).

**Quadro I.3 - Estimativa da disponibilidade instalada atual e potencial das rochas cristalinas do município de Pires Ferreira.**

Poços Tubulares	Estimativa da Disponibilidade Instalada Atual						
	Em Uso	Qe (m <sup>3</sup> /h)	Qe Total (m <sup>3</sup> /h)	Desativados/Não Instal.	Qe (m <sup>3</sup> /h)	Qe Total (m <sup>3</sup> /h)	% de aumento da disponib. atual
PÚBLICOS	1	1,7	1,7	2	1,7	3,4	12,5
PRIVADOS	15	1,7	25,5	8	1,7	13,6	50
TOTAL	16	-	27,2	10	-	17,0	62,5

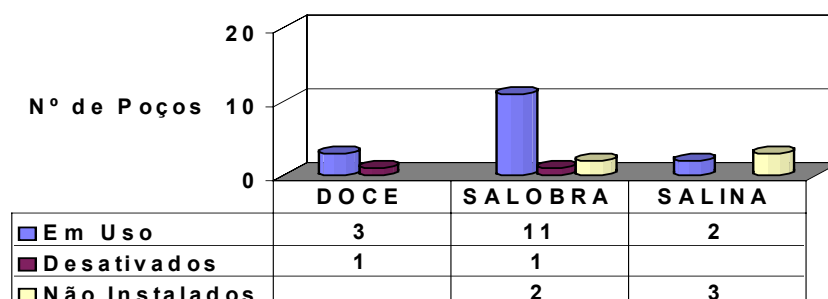
Q<sub>e</sub> = Vazão de exploração

O **Quadro I.3** mostra que, considerando-se 16 poços tubulares em uso no cristalino, pode-se inferir uma produção atual da ordem de 27,2 m<sup>3</sup>/h de água para todo o município de Pires Ferreira, sendo que 1,7 m<sup>3</sup>/h são devidos a poços públicos e 25,5 m<sup>3</sup>/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 62,5% (17,0 m<sup>3</sup>/h) em relação à atual oferta d'água subterrânea. Considerando-se somente os poços de domínio público, o aumento estimado seria de 3,4 m<sup>3</sup>/h, ou seja, 12,5%.

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

A **Figura I.7** ilustra a classificação das águas do município de Pires Ferreira, considerando as situações: em uso, desativados e não instalados. Deve-se ressaltar que só foram analisados os poços onde foi possível realizar coleta de água.



**Figura I.7 - Qualidade das águas subterrâneas do município de Pires Ferreira.**



No conjunto dos poços tubulares em uso, a predominância é de água salobra (11 poços), representando 68,7% do total amostrado. Já com os poços passíveis de entrar em funcionamento (desativados + não instalados) apenas 1 poço apresenta água classificada como doce.

#### 1.2.7.2.4 - Conclusões e Recomendações

A análise dos dados referentes ao recenseamento de poços executado no município de Pires Ferreira 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 cadastrados no município;

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

<b>Categoria</b>	<b>Em uso</b>	<b>Paralisados Definitivamente</b>	<b>Paralisados Passíveis de Funcionamento</b>
PÚBLICOS	14%	57%	29%
PRIVADOS	62%	4%	34%

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 63%, considerando poços públicos e privados, ou 29% considerando apenas os poços públicos;

Em termos de qualidade das águas subterrâneas, as amostras analisadas mostraram que a maioria dos poços apresenta águas com teores de sais dissolvidos elevados, sendo que a grande maioria dos poços (14) possui águas salobras e, portanto, passíveis de serem consumidas pela população.

Para assegurar a boa qualidade da água do ponto de vista bacteriológico devem ser implantadas, em todos os poços, medidas de proteção sanitária.

#### **1.2.8 - Climatologia**

A caracterização climática da região será feita a partir dos dados da estação meteorológica de Sobral, cujos indicadores são os seguintes:

A amplitude térmica anual é muito pequena. A temperatura média anual é de 26,6°C, com a média das máximas e das mínimas ocorrendo nos meses de outubro (35,9° C) e julho (21,2° C), respectivamente;

A insolação anual atinge o valor de 2.420,60 horas, com o máximo de 268,2 horas ocorrendo em agosto;

A evaporação média anual atinge o valor de 1.914,7 mm, sendo em outubro o mês onde são registrados os maiores valores (média de 224,7 mm);

A umidade relativa média anual é de 67,9%, sendo o valor mínimo registrado em setembro (55,0%) e o máximo no mês de abril (78,0%);

A precipitação média anual é de 925,7 mm, sendo que cerca de 60% deste total ocorre no trimestre fevereiro/março/abril;

O **Quadro I.5** mostra os dados climáticos da estação de Sobral, e as representações gráficas de seus principais indicadores são apresentadas nas **Figuras I.8 a I.10**.

### **I.2.9 - Meio Ambiente**

O município de Pires Ferreira está inserido na unidade geoambiental denominada Sertões do Acaraú. Essa região é considerada como um ambiente de transição, com tendência a estabilidade e vulnerabilidade moderada. Nas áreas mais intensamente degradadas há tendência à instabilidade e a vulnerabilidade é de moderada a forte. Possui sustentabilidade baixa, pois apresenta sérios problemas quanto à capacidade produtiva dos recursos naturais renováveis, incluindo-se: pequeno potencial dos recursos hídricos; irregularidade acentuada de condições climáticas, especialmente do regime pluviométrico semi-árido; balanço hídrico deficitário durante quase todo o ano; solos rasos, intensamente erodidos, com freqüentes afloramentos rochosos e com baixa fertilidade natural.

### **I.3 - DINÂMICA ECONÔMICA**

O Produto Interno Bruto - PIB do município de Pires Ferreira, a preço de mercado, totalizou um montante, em 1998, de R\$ 11.041.830,00 (0,09% do PIB do Ceará). Esse valor corresponde a um PIB per capita de R\$ 1.015,81. As atividades econômicas predominantes encontram-se vinculadas principalmente aos setores primário e terciário, representando 20,99% e 77,27% do PIB municipal.

No setor primário merece destaque a agricultura, que tem como principais culturas o milho e o feijão; e a pecuária, com destaque para a bovinocultura e a ovinocultura. Também merece destaque a atividade pesqueira desenvolvida no açude Araras.

O setor terciário é representado por estabelecimentos comerciais, perfazendo, em 1998, um total de 61 unidades de comércio varejista, com destaque para a venda de produtos de gêneros alimentícios (70,5%).

Quanto ao setor secundário, em 1998, existiam quatro estabelecimentos cadastrados, todos referentes à indústria de transformação, mais notadamente dos gêneros produtos alimentares (2 indústrias), bebidas (1 indústria) e vestuário, calçados, artefatos de tecido, couros e peles (1 indústria).

Outro dado relevante é a receita orçamentária per capita que, em 1999, foi de R\$ 312,48. Esse valor é 3,3% acima do valor médio obtido para o Estado, que foi de R\$ 302,49.

As atividades prioritárias para financiamento, em 1997, pelo Banco do Nordeste do Brasil - BNB foram:

- **ALTA PRIORIDADE:** AGRICULTURA IRRIGADA - acerola, banana, batata doce, caju, coco, tomate, goiaba, inhame, laranja, mamão, manga, maracujá, melão, melancia, milho doce e pimentão; AGRICULTURA DE SEQUEIRO - algodão herbáceo; AGROINDÚSTRIA - fabricação de produtos laticíneos (exceto leite); e PECUÁRIA - ovinocultura extensiva, caprinocultura de corte semi-intensiva e piscicultura intensiva (consoiciada e isolada).

- **MÉDIA PRIORIDADE:** AGRICULTURA DE SEQUEIRO - mandioca; AGROINDÚSTRIA - processamento e beneficiamento de carne de aves associados ao abate; e PECUÁRIA -caprinocultura de leite (intensiva e semi-intensiva) e suinocultura.

- **BAIXA PRIORIDADE:** AGRICULTURA IRRIGADA - algodão herbáceo; AGROINDÚSTRIA - fabricação de conservas de frutas (exceto abacaxi e caju) e hortaliças, fabricação de sucos de frutas e hortaliças, processamento e beneficiamento de araruta, aveia, centeio, cevada, coco e mel de abelha, e refino de óleos vegetais (comestíveis ou não); e PECUÁRIA - apicultura (fixa e migratória).

#### I.4 - POPULAÇÃO ALVO

##### I.4.1 - Generalidades

A população alvo do presente estudo está restrita a população urbana residente na sede municipal de Pires Ferreira, nos distritos Delmiro Gouveia (Santo Izidro) e Otavilândia, e no povoado Marruás dos Rosas.

Tendo em vista que a alternativa selecionada para abastecimento das comunidades beneficiadas pelo projeto será a derivação das vazões a partir do SISTEMA ADUTOR DE IPU, a análise populacional envolveu, também, a população urbana da sede municipal de Ipu.

##### I.4.2 - Taxas de Crescimento

De acordo com a Fundação IBGE, a evolução populacional da sede e dos distritos de Pires Ferreira e da sede municipal de Ipu, no período de 1991 a 2000, deu-se conforme os números apresentados no **Quadro I.6** apresentado a seguir.

**QUADRO I.6 - Dados Populacionais**

LOCALIDADE	POPULAÇÃO RESIDENTE (habitantes)								
	URBANA			RURAL			TOTAL		
	1991	1996	2000	1991	1996	2000	1991	1996	2000
<b>PIRES FERREIRA</b>	<b>1.562</b>	<b>2.185</b>	<b>2.813</b>	<b>7.910</b>	<b>8.272</b>	<b>5.830</b>	<b>9.472</b>	<b>10.457</b>	<b>8.643</b>
Pires Ferreira	967	1.057	1.169	2.816	2.841	2.319	3.783	3.898	3.489
Delmiro Gouveia (1)	388	802	422(3)	4.730	4.972	2.479	5.118	5.774	2.901
Otavilândia (2)	ND	ND	879	ND	ND	623	ND	ND	1.502
Marruás dos Rosas	ND	ND	250(4)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>IPU</b>	<b>17.736</b>	<b>18.436</b>	<b>22.404</b>	<b>17.953</b>	<b>16.855</b>	<b>16.674</b>	<b>35.689</b>	<b>35.291</b>	<b>39.07</b>
Ipu	16.438	17.023	19.585	13.503	12.663	10.708	29.941	29.686	8
									<b>30.324</b>

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

O nome oficial desse distrito é Santo Izidro, segundo os órgãos oficiais (IBGE, IPLANCE e etc.);

Apesar desse distrito ter sido criado em 1990, não consta nos arquivos do IBGE os dados desagregados de sua população;

Esse é o dado oficial segundo o Censo Demográfico 2000 (IBGE), porém a Prefeitura Municipal não concorda, informando que o mesmo deveria ser de, no mínimo, 1.000 habitantes. Após uma contagem expedita da população feita pela equipe da AGE, constatou-se que a população era de, aproximadamente, 851 habitantes, uma vez que o número de casas foi de 230 unidades;

Estimado a partir dos dados da PMPF e contagem expedita de casas (68 unidades).

Observam-se, portanto, as seguintes taxas anuais médias de crescimento demográfico (Método da Progressão Geométrica), conforme pode-se observar no **Quadro I.7** apresentado a seguir:

**QUADRO 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
<b>PIRES FERREIRA</b>	<b>6,94</b>	<b>6,52</b>	<b>6,75</b>	<b>0,90</b>	<b>-8,37</b>	<b>-3,33</b>	<b>2,00</b>	<b>-4,65</b>	<b>-1,01</b>
Pires Ferreira	1,80	2,55	2,13	0,18	-4,95	-2,13	0,60	-2,73	-0,89
Delmiro Gouveia	15,63	-14,83	0,94	1,00	-15,97	-6,93	2,44	-15,81	-6,11
Otavilândia	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Marruás dos Rosas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>IPU</b>	<b>0,78</b>	<b>4,99</b>	<b>2,63</b>	<b>-1,25</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,82</b>	<b>-0,22</b>	<b>2,58</b>	<b>1,01</b>
lpu	0,70	3,61	1,98	-1,28	-4,11	-2,54	-0,17	0,53	0,14

### 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 Pires Ferreira obteve um IG4 (calculado a partir dos indicadores sociais) de 24,71. Esse valor rendeu-lhe a 164ª posição no ranking estadual, sendo incluído na classe 4. Essa classe agrupa os 43 municípios que obtiveram índices inferiores a 30,66, representando cerca de 735.680 habitantes, ou 10% da população do Ceará.

#### I.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 Pires Ferreira, no ano 2000, foi de R\$155,32 (cento e cinquenta e cinco reais, e trinta e dois centavos), sendo que na cidade esse valor foi de R\$179,40 (cento e setenta e nove reais, e quarenta centavos), no distrito Delmiro Gouveia foi de R\$137,08 (cento e trinta e sete reais, e oito centavos) e em Otavilândia foi de R\$153,19 (cento e cinquenta e três reais, e dezenove centavos). Destaca-se que esses valores são bastante inferiores ao obtido a nível estadual que foi de R\$448,01 (quatrocentos e quarenta e oito reais, e um centavo), e a nível microrregional que foi de R\$205,41 (duzentos e cinco reais, e quarenta e um centavos).

Outro dado relevante é que 81% da população residente nesse município obteve rendimento nominal mensal igual ou inferior a um salário mínimo <sup>(1)</sup>. Na cidade esse índice foi de 79%, enquanto que em Delmiro Gouveia foi de 81% e em Otavilândia foi de 79%. 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 Pires Ferreira, no ensino fundamental (2000) foi de 100%. A taxa de alfabetização de pessoas com idade igual ou superior a 10 anos foi de 61%, 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 2.080 domicílios particulares permanentes existentes em Pires Ferreira, apenas 34,71% eram atendidos pelo sistema público de abastecimento d'água, sendo que na cidade esse índice foi de 38,32%, em Delmiro Gouveia foi de 16,62%, e em Otavilândia foi de 52,52%.

Outro dado importante é que 54,14% não possuíam nem banheiro, nem sanitário, e apenas 0,24% possuía sistema de esgotamento sanitário adequado (fossa séptica). Cabe destacar que 44,90% utilizam-se de fossas rudimentares como meio de esgotar seus efluentes. O restante utiliza-se de valas de infiltração (0,43%) e outros meios (0,29%).

Com relação aos resíduos sólidos apenas 14,04% (292) dos domicílios eram atendidos pelo sistema público de coleta de lixo. O principal destino foi jogar em terreno baldio (56,11%). O restante queimou (29,18%) ou enterrou (0,63%) na propriedade, ou então jogou no rio (0,04%).

#### 1.4.3.5 - Saúde

De acordo com a Secretaria Estadual da Saúde - SESA, o município de Pires Ferreira foi atendido, em 1998, 52 profissionais da saúde, sendo: 2 médicos, 2 dentistas, 2 enfermeiros, 32 agentes comunitários e 14 outros profissionais de saúde (1 de nível superior e 13 de nível médio).

O Programa Saúde da Família - PSF atendeu, ainda em 1998, 1.738 famílias (7.665 hab.).

O **Quadro I.8** apresenta os principais indicadores de saúde desse município.

**QUADRO I.8 - Principais Indicadores de Saúde - 1999**

DISCRIMINAÇÃO	REGISTRO	
	MUNICÍPIO	ESTADO
Atendimento médico/100 hab.	115,14	267,35
Atendimento odontológico/100 hab.	68,66	106,99
Nascidos vivos	161	105.677
Óbitos	4	3.694
Taxa de Mortalidade Infantil/1.000	24,80	34,96

Leitos/1.000 hab <sup>1</sup>	-	2,41
Unidades de Saúde/1.000 hab. <sup>1</sup>	0,83	0,34

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

## I.5 - PROBLEMÁTICA DO ABASTECIMENTO

### I.5.1 - Sistemas Existentes

#### I.5.1.1 - Sistema de Abastecimento de Água - SAA

##### I.5.1.1.1 - SAA de Pires Ferreira

O S.A.A. de Pires Ferreira (ver [Figura I.11](#)) é atualmente gerenciado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE, porém, até o fim do ano passado (2001), a sua operação era feita através de uma autarquia municipal (Serviço Autônomo de Água e Esgoto - S.A.E.E. de Pires Ferreira). Segundo a Prefeitura Municipal, esse sistema é muito precário e ineficiente, pois não conta com uma fonte hídrica confiável, apesar de um dos maiores mananciais do Estado (açude Araras) estar situado a menos de 15 km, em linha reta, da referida sede municipal.

Seguem as principais características desse sistema:

### **FONTE HÍDRICA**

A captação de água bruta é feita através de 7 (sete) poços instalados no perímetro urbano, sendo 3 (três) do tipo amazonas e 4 (quatro) do tipo tubular (ver [Anexo I](#) - fotos 1 e 2). De acordo com o [Quadro I.9](#), apresentado a seguir, observa-se que a capacidade instalada é da ordem de 20 m<sup>3</sup>/h, desconsiderando o poço P2 que está desativado e o poço P4 que tem por finalidade o atendimento ao mercado público e a rega da praça pública. Porém, de acordo com os dados operacionais do sistema fornecidos pela Prefeitura Municipal de Pires Ferreira - PMPF, o volume máximo captado não supera 1.500 m<sup>3</sup>/mês (18.000 m<sup>3</sup>/ano). Considerando-se um período de operação máximo de 20 horas por dia, tem-se uma vazão média captada de 2,50 m<sup>3</sup>/h, valor este bem inferior a capacidade instalada, e a demanda da população que é da ordem de 9,00 m<sup>3</sup>/h. Esse indicador justifica o baixo consumo “per capita” observado que foi de 32,67 l/hab/dia (demanda reprimida).

**Quadro I.9 - SAA de Pires Ferreira: Sistema de Captação**

IDENTIFICAÇÃO DO POÇO	TIPO	PROF. (m)	CONJ. MOTOR-BOMBA		STATUS
			Q (m <sup>3</sup> /h)	P (C.V.)	
P1	A	4,0	4,0	3,0	Em Operação
P2	A	4,0	4,0	3,0	Desativado
P3	A	4,0	4,0	3,0	Em Operação
P4 (1)	TP	64,0	2,5	1,5	Em Operação
P5	TP	40,0	4,0	1,5	Em Operação
P6	TP	40,0	4,0	1,5	Em Operação
P7	TP	40,0	4,0	1,5	Em Operação

LEGENDA: A - amazonas; TP - tubular profundo

Outro dado relevante é que, além da pouca quantidade, a qualidade da água está completamente comprometida, pois a cidade não possui um sistema adequado de esgotamento sanitário. Vale destacar que, em 1999, foram notificados 7 casos de hepatite viral. No primeiro semestre do referido ano, foram notificados 728 casos de diarreia, no município, contra 238 casos notificados no mesmo período do ano de 1998, o correspondente a uma variação de +206%. Essas doenças por serem de veiculação hídrica, têm nos esgotos a céu aberto e águas paradas as melhores condições para o desenvolvimento de vetores e patógenos. No ano de 1999, a Taxa de Mortalidade Infantil - TMI calculada para o município foi de 24,8 por mil. Em 2000, a TMI registrada foi de 31,8 por mil. Dentre as causas apontadas como agravantes desse acréscimo de +28% da TMI, citam-se a desnutrição e a diarreia, doenças decorrentes, sobretudo, do baixo nível de renda das famílias, que reflete diretamente sobre sua alimentação, e das condições sanitárias locais (abastecimento d'água, esgotamento sanitário, condições da habitação, etc.).

### **ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA**

A ETA existente possui um bom estado de conservação, opera com a tecnologia da FILTRAÇÃO DIRETA ASCENDENTE + DESINFECÇÃO, e compõe-se de um filtro de pressão com 2 m de diâmetro e

casa de química (ver Registro Fotográfico - fotos 3,4 e 5). Considerando uma taxa de filtração de  $120 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ , tem-se que a capacidade máxima que a ETA pode produzir, mantendo o efluente dentro dos padrões de potabilidade, é de  $15,70 \text{ m}^3/\text{h}$  (tempo de funcionamento de 24 horas).

No sistema proposto essa unidade não será aproveitada, pois todo o tratamento será concentrado na ETA - Marruás dos Rosas.

### **ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT**

Está situada junto à ETA, e compõe-se de 2 elevatórias bem distintas. A primeira é formada por 1 conjunto motor-bomba com potência de 5 c.v., cuja finalidade é pressurizar a adutora de ligação entre a ETA e o REL 1. A segunda é formada por 2 (1+1R) conjuntos de recalque com potência de 3 c.v. cada, cuja finalidade é pressurizar a adutora de ligação entre a ETA e o REL 2. Essas unidades estão com bom estado de conservação.

No sistema proposto a obra civil dessa unidade será aproveitada, passando a ser denominada de Estação de Bombeamento - EB 3. Os conjuntos de bombeio serão substituídos pois não satisfazem o ponto de operação requerido pelo novo sistema (vazão, AMT e potência).

### **RESERVAÇÃO**

Esse S.A.A. conta com 1 reservatório apoiado de  $30 \text{ m}^3$  situado junto da ETA, cuja finalidade principal é servir de poço de sucção das bombas da EEAT, e 2 reservatórios elevados (REL 1 e REL 2). O REL 1 está situado atrás da igreja matriz de Pires Ferreira, e tem capacidade de armazenamento de  $100 \text{ m}^3$ . O REL 2 está situado ao lado do campo de futebol, e tem capacidade de armazenamento de  $50 \text{ m}^3$ .

No sistema proposto essas unidades serão aproveitadas, pois estão com bom estado de conservação (ver Registro Fotográfico - fotos 6 e 7).

### **REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

A rede de distribuição de Pires Ferreira compõe-se de 5,11 km de tubulação (PVC PBA JE), em bom estado de conservação. Atende cerca de 90% da população, através de 343 ligações ativas. Como não existem hidrômetros, a receita é calculada com base em uma taxa única de R\$ 5,10 por ligação. Conforme já foi dito, essa rede é pressurizada por dois reservatórios elevados.

#### **I.5.1.1.2 - S.I.A.A. de Otavilândia e Delmiro Gouveia**

O abastecimento de água de Otavilândia e Delmiro Gouveia é feito a partir de um sistema integrado, cuja captação, tratamento e reservação estão situados em Otavilândia.

A fonte hídrica é subterrânea. A captação de água bruta é feita através de 4 poços tubulares, sendo que 2 estão desativados, instalados na região aluvionar do açude Araras, em Otavilândia.

Segue no [Quadro I.10](#) as principais características dos equipamentos instalados na captação.

*Quadro I.10 - Características Gerais dos Poços do S.I.A.A. de Otavilândia e Delmiro Gouveia*



Ident. Do Poço	Tipo	Prof. (m)	Conjunto Motor - Bomba		Status
			Vazão (m³/h)	Pot. (C.V.)	
PT - 01	TP	45,0	3,0	N.I.	Desativado
PT - 02	TP	65,0	5,0	1,0	Em Operação
PT - 03	TP	60,0	7,0	N.I.	Em Operação
PT - 04	TP	N.I.	N.I.	N.I.	Abandonado

O volume médio produzido nos últimos 12 (doze) meses foi de 1.400 m³/mês, sendo que 54% foi para atender a demanda de Otavilândia e o restante (46%) foi para atender a população de Delmiro Gouveia. Observa-se, aqui também, o baixo consumo per capita (da ordem de 20 l/hab/dia), devido a pouca capacidade de captação e produção.

O procedimento de tratamento da água adotado nesse S.I.A.A. é a desinfecção simples com aplicação de uma solução de hipoclorito de cálcio na entrada do Reservatório Apoiado - RAP de 22 m³.

A partir desse RAP a água é distribuída para 216 ligações ativas no distrito de Otavilândia, através de bombeamento direto. Existe, nessa localidade, um Reservatório Elevado - REL de 65 m³, cuja finalidade é pressurizar a rede de distribuição de Delmiro Gouveia, com 166 ligações ativas. A adução de água tratada, a partir desse REL até Delmiro Gouveia, é feita a através de uma tubulação de PVC DN 100 mm com 2,5 km de extensão, em bom estado de conservação.

O nível de cobertura é de 90%. O índice de hidrometração é 0% (zero por cento). O faturamento é feito a partir da cobrança de uma taxa única de R\$ 3,00 (três reais) por ligação. As perdas físicas são estimadas em 30% e as perdas de faturamento são de 50% em Otavilândia e 70% em Delmiro Gouveia, por causa da alta taxa de inadimplência, característica comum de sistemas ineficientes.

As **Figuras I.12 e I.13** apresentam um croqui desses sistemas de abastecimento de água.

#### I.5.1.1.3 - S.A.A. de Marruás dos Rosas

A população desse povoado é abastecida através de um poço amazonas construído nas margens do Rio Jatobá. A captação é feita através de baldes e distribuída entre a população sem passar por nenhum processo de tratamento e desinfecção.

A Prefeitura Municipal de Pires Ferreira - PMPF instalou, em 2001, um poço tubular com 58 m de profundidade e vazão de 1,5 m³/h para reforçar o abastecimento de água da população residente nesse povoado. Porém a água é muito salobra, por isso só é utilizada para lavar louça. A PMPF também construiu um Reservatório Elevado - REL de 22 m³.

Com relação a rede de distribuição, há dois anos que a mesma foi implantada, atendendo toda a comunidade, porém nunca entrou em operação.

Tentando solucionar o problema a prefeitura implantou em meados do ano 2002 uma adutora interligando o poço Amazonas ao REL, porém por causa da escassez de recursos não fez a instalação dos equipamentos eletromecânicos.

A **Figura I.14** apresenta um croqui desse sistema de abastecimento de água.

#### *I.5.1.2 - Sistema de Esgotamento Sanitário*

Conforme já foi descrito anteriormente as referidas localidades não contam com sistema público de esgotamento sanitário.

### **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 no tratamento estatístico. 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).

#### **I.6.2 - Parâmetros de Projeto**

Os parâmetros de cálculo utilizados nesse 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):**

Ipu e Pires Ferreira .....	118,0 l/hab/dia
Delmiro Gouveia e Otavilândia .....	112,5 l/hab/dia
Marruás dos Rosas .....	90,0 l/hab/dia

##### **Índice de abastecimento (IAb):**

Ipu .....	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.

### **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 análises tais como: aspectos sociais, econômicos, geográficos, históricos e etc.

As sofisticadas 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.

#### *1.6.3.1 - 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 Pires Ferreira, distritos de Delmiro Gouveia e Otavilândia, e povoado de Marruás dos Rosas), 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:

$P_n = a + bX_n$ , 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 no **Quadro 1.11**, a seguir. Foram feitos ajustamentos econométricos apenas para a sede municipal de Pires Ferreira, pois: (i) não existe série histórica censitária para Otavilândia e Marruás dos Rosas; e (ii) a informação censitária de Delmiro Gouveia apresenta-se, de certa forma, “inconsistente”.

**QUADRO 1.11- Dados Populacionais**

LOCALIDADES	PERÍODO DE REFERÊNCIA		
	1991	1996	2000
Pires Ferreira	968	1.057	1.169
Delmiro Gouveia*	388	802	852
Otavilândia	ND	ND	879
Marruás dos Rosas**	ND	ND	315
Total	1.356	1.859	3.215

\* Denominado, oficialmente, de Santo Izidro (IBGE, IPLANCE e etc.)

\*\* Estimado conforme informações obtidas junta à Prefeitura de Pires Ferreira e contagem de casas

Após os ajustamentos, selecionou-se o modelo estatístico que melhor expressou a tendência histórica do crescimento populacional. O valor do coeficiente R<sup>2</sup>, 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.

O **Quadro I.12** apresenta os modelos estatísticos ajustados, os respectivos coeficientes R<sup>2</sup>, os valores populacionais observados (conforme os censos) e projetados, empregando-se cada um dos modelos estudados para a sede municipal de Pires Ferreira.

**QUADRO I.12 - Modelos Ajustados - Pires Ferreira**

DISCRIMINAÇÃO	EQUAÇÃO AJUSTADA	Coef. R <sup>2</sup> (%)	POPULAÇÃO DO PERÍODO DE AJUSTE		
			1991	1996	2000
IBGE			968	1.057	1.169
Linear	$P = 717,69 + 22,148 \cdot X$	98,32	961	1.072	1.161
Potência	$P = 459,988 \cdot X^{0,30721}$	96,64	961	1.078	1.155
Exponencial	$P = 766,014 \cdot e^{0,020825 \cdot X}$	98,94	963	1.069	1.162
Logarítmica	$P = 177,33 + 325,98 \cdot \ln X$	95,60	959	1.081	1.154

Com base nesses resultados e nos critérios de escolha indicados anteriormente, selecionou-se o modelo Linear para Pires Ferreira (R<sup>2</sup> = 98,32%).

#### 1.6.3.3 - Taxas de Crescimento Populacional

Com base no modelo selecionado, foram calculadas taxas geométricas médias de crescimento, apresentadas no **Quadro I.13**, conforme os períodos, as quais serão empregadas para projetar a população futura das comunidades a serem beneficiadas pelo projeto.

**QUADRO I.13 - Taxas de crescimento geométrico da população urbana nas comunidades alvo do projeto**

Períodos	Taxas Crescimento (% a.a.)	
	Estimada	Proposta
1996/2000	2,5498	2,5498
2001/2005	1,8221	1,8221
2006/2010	1,6699	1,6699
2011/2015	1,5412	1,5412
2016/2020	1,4309	1,4309
2021/2025	1,3353	1,3353
2026/2032	1,2441	1,2441
2001/2033	1,4780	1,4780

#### 1.6.3.4 - Projeção da População Beneficiária do Projeto.

Embora a área de abrangência do estudo restrinja-se a cidade de Pires Ferreira, aos distritos Delmiro Gouveia e Otavilândia, e ao povoado de Marruás dos Rosas, a análise populacional envolveu, também, a cidade de Ipu, tendo em vista que uma das alternativas de abastecimento das

comunidades beneficiadas será a derivação das vazões a partir do Sistema Adutor de Ipu, atualmente responsável pelo abastecimento daquela cidade.

A evolução da população de Ipu foi a mesma apresentada nos estudos de demandas desenvolvidos pelo Consórcio Montgomery Watson / Engesoft, quando da elaboração dos **Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba** (SRH / PROGERIRH, 1999).

Tendo como base os cenários adotados nas análises das demandas futuras e as oportunidades distintas oferecidas por cada cidade, em função dos seus aspectos sócio-econômicos e de infraestrutura, foram aferidas as tendências de crescimento para o horizonte de 2030.

Os resultados obtidos relativos à evolução populacional urbana da sede municipal de Ipu, são resumidos a seguir:

Ano 2000 .....	21.763 hab.
Ano 2010 .....	30.200 hab.
Ano 2020 .....	34.206 hab.
Ano 2030 .....	38.351 hab.

Considerando a consistência desses dados, e sua abrangência a nível regional, além dos aspectos vinculados ao seu reconhecimento e aceitação por parte da SRH / BIRD, adotaremos como referência as taxas sugeridas no referido trabalho.

Vale salientar que, quando da elaboração do Projeto Executivo do Sistema Adutor de Ipu, foi adotada uma taxa de crescimento de 2,27% ao ano (SRH / PIVOT, 1996).

Tomando como base a taxa sugerida, será utilizada como referência a população real aferida no Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2000), cujo valor apresenta uma pequena diferença em relação ao estudo do Consórcio MW / Engesoft para Ipu (cerca de -10,0%).

Portanto, a população de referência (ano 2000) para cálculo das demandas e avaliação do sistema adutor de Ipu é de 19.585 habitantes.

O [Quadro 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:



#### **IPU**

Ano 2002 .....	20.911 hab.
Ano 2012 .....	27.863 hab.
Ano 2022 .....	31.495 hab.
Ano 2032 .....	35.312 hab.

#### **PIRES FERREIRA**

Ano 2002 .....	1.212 hab.
Ano 2012 .....	1.433 hab.
Ano 2022 .....	1.654 hab.
Ano 2032 .....	1.877 hab.

#### **DELMIRO GOUVEIA**

Ano 2002 .....	883 hab.
Ano 2012 .....	1.044 hab.
Ano 2022 .....	1.206 hab.
Ano 2032 .....	1.368 hab.

#### **OTAVILÂNDIA**

Ano 2002 .....	911 hab.
Ano 2012 .....	1.078 hab.
Ano 2022 .....	1.244 hab.
Ano 2032 .....	1.411 hab.

#### **MARRUÁS DOS ROSAS**

Ano 2002 .....	327 hab.
Ano 2012 .....	386 hab.
Ano 2022 .....	446 hab.
Ano 2032 .....	506 hab.

#### **POPULAÇÃO TOTAL BENEFICIADA**

Ano 2002 .....	24.178 hab.
Ano 2012 .....	31.728 hab.
Ano 2022 .....	35.958 hab.
Ano 2032 .....	40.377 hab.

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

Conceitualmente, a demanda de água para a situação com projeto para a população residente de uma dada localidade é calculada multiplicando-se o consumo per capita proposto, isto é, para a situação com o projeto, 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, que se situam, conforme informações da companhia operadora do sistema

(Prefeitura de Pires Ferreira/SAAE), em 33,93%, atualmente. Com o projeto, este nível de perda foi, gradativamente, reduzido, estabilizando-se no nível de 25%, considerado aceitável para as condições operacionais das empresas estaduais de saneamento e recomendado pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO.

#### **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, calculou-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 2032, considerando que o início de implantação do projeto se dará em 2002.

Os [Quadros 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 os [Quadros I.20 e I.21](#) apresentam os resumos consolidados dos resultados da análise.

De acordo com esses dados, os principais indicadores de demandas, ofertas e vazões do projeto, relativos ao ano 2032, são os seguintes:

Demanda com Ipu .....	1.580.363,21 m <sup>3</sup> /ano
Demanda sem Ipu.....	211.564,15 m <sup>3</sup> /ano
Oferta com Ipu.....	2.107.150,94 m <sup>3</sup> /ano
Oferta sem Ipu .....	282.085,53 m <sup>3</sup> /ano

#### **Vazões Máximas Diária**

Total .....	80,17 l/s
Ipu .....	69,44 l/s
Pires Ferreira.....	4,09 l/s
Delmiro Gouveia .....	2,86 l/s
Otavlândia .....	2,94 l/s
Marruás do Rosas .....	0,84 l/s

## II - VIABILIDADE TÉCNICA

## II - VIABILIDADE TÉCNICA

### II.1 - INTRODUÇÃO

Apresenta-se nessa introdução as principais características do Sistema Adutor de Ipu, uma vez que a alternativa de captação selecionada, trata de uma derivação do mesmo. Esse sistema é responsável pelo abastecimento da cidade de Ipu, e 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 (2015)
- População final..... 28.171 habitantes
- Oferta “per capita” ..... 150 l/hab/dia
- Tempo máximo de funcionamento..... 20 horas/dia
- Vazão de adução ..... 70,43 l/s

As unidades que integram o sistema são: uma estação de bombeamento flutuante, situada no lago do açude Araras, três elevatórias de superfície e uma adutora de água bruta, cujas características projetadas são as seguintes:

#### • ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

##### – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 1 (EE 1)

- Vazão ..... 70,43 l/s
- Altura manométrica ..... 18,79 m
- Número de bombas ..... 1A+1R
- Potência unitária..... 30 CV
- Modelo da bomba ..... INAPI 125-300 (237)
- Rotação ..... 1.750 rpm
- Estado de conservação ..... Bom

##### – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 2 (EE 2)

- Vazão ..... 70,43 l/s
- Altura manométrica ..... 52,48 m
- Número de bombas ..... 1A+1R
- Potência unitária..... 100 CV
- Modelo da bomba ..... INAPI 125-315 (332)
- Rotação ..... 1.750 rpm
- Estado de conservação ..... Bom

– **ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 3 (EE 3)**

- Vazão ..... 70,43 l/s
- Altura manométrica ..... 72,34 m
- Número de bombas ..... 1A+1R
- Potência unitária..... 125 CV
- Modelo da bomba ..... INAPI 125-400 (381)
- Rotação ..... 1.750 rpm
- Estado de conservação ..... Bom

– **ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 4 (EE 4)**

- Vazão ..... 70,43 l/s
- Altura manométrica ..... 116,41 m
- Número de bombas ..... 1A+1R
- Potência unitária..... 150 CV
- Modelo da bomba ..... KSB 80-250 (266)
- Rotação ..... 3.500 rpm
- Estado de conservação ..... Bom

• **ADUTORA**

– **TRECHO 1 (EE 1 / EE 2)**

- Vazão total..... 70,43 l/s
- Diâmetro nominal..... 315 mm
- Diâmetro interno..... 299 mm
- Velocidade média da água ..... 0,91 m/s
- Comprimento ..... 550 m
- Perda de carga linear no trecho ..... 1,30 m
- Material..... PEAD
- Classe pressão ..... 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>

– **TRECHO 2 (EE 2 / EST. 111)**

- Vazão total..... 70,43 l/s
- Diâmetro nominal..... 300 mm
- Diâmetro interno..... 300 mm
- Velocidade média da água ..... 1,00 m/s
- Comprimento ..... 2.129 m
- Perda de carga linear no trecho ..... 6,32 m
- Material..... PVC JE
- Classe pressão ..... 12,5 kgf/cm<sup>2</sup>

– **TRECHO 3 (EST. 111 / EE 3)**

- Vazão total..... 70,43 l/s
- Diâmetro nominal..... 300 mm
- Diâmetro interno..... 313 mm
- Velocidade média da água ..... 1,00 m/s
- Comprimento ..... 14.220 m
- Perda de carga linear no trecho ..... 34,14 m
- Material..... PVC JE
- Classe pressão ..... 6 kgf/cm<sup>2</sup>

**– TRECHO 4 (EE 3 / EST. 1199)**

- Vazão total..... 70,43 l/s
- Diâmetro nominal..... 300 mm
- Diâmetro interno..... 300 mm
- Velocidade média da água ..... 1,00 m/s
- Comprimento ..... 7.520 m
- Perda de carga linear no trecho ..... 22,34 m
- Material..... PVC JE
- Classe pressão ..... 12,5 kgf/cm<sup>2</sup>

**– TRECHO 5 (EST. 1199 / EE 4)**

- Vazão total..... 70,43 l/s
- Diâmetro nominal..... 300 mm
- Diâmetro interno..... 313 mm
- Velocidade média da água ..... 0,91 m/s
- Comprimento ..... 1.893 m
- Perda de carga linear no trecho ..... 4,55 m
- Material..... PVC JE
- Classe pressão ..... 6 kgf/cm<sup>2</sup>

**– TRECHO 6A (EE 4 / IPU)**

- Vazão total..... 70,43 l/s
- Diâmetro nominal..... 250 mm
- Diâmetro interno..... 263 mm
- Velocidade média da água ..... 1,30 m/s
- Comprimento ..... 5.940 m
- Perda de carga linear no trecho ..... 38,30 m
- Material..... FoFo
- Classe pressão ..... 41 kgf/cm<sup>2</sup>

**– TRECHO 6B (EE 4 / IPU)**

- Vazão total..... 70,43 l/s

- Diâmetro nominal..... 250 mm
- Diâmetro interno..... 250 mm
- Velocidade média da água ..... 1,43 m/s
- Comprimento ..... 4.600 m
- Perda de carga linear no trecho ..... 33,10 m
- Material..... Fibrocimento
- Classe pressão ..... Não informado

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 Ipu (SRH/PIVOT. Fortaleza, 1996) e o seu respectivo cadastro (“as built”).

## **II.2 - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO**

### **II.2.1 - Considerações Gerais**

Considerando a existência de uma ETA em Ipu e toda uma infra-estrutura de apoio existente no SAAE local, a melhor alternativa para o abastecimento de Pires Ferreira seria a partir dessa unidade, localizada a cerca de 15,0 km. Esta seria uma solução individualizada, porém temos que considerar também que as comunidades de Delmiro Gouveia e Otavilândia (com um razoável contingente populacional), convivem com os mesmos problemas face a inexistência de mananciais para abastecimento de suas populações.

Incluindo os Distritos de Delmiro Gouveia e Otavilândia como demandas a serem atendidas, uma adutora partindo da ETA de Ipu apresenta diversas desvantagens, principalmente pela extensão da linha, estimada em cerca de 30 km, enquanto que uma derivação na adutora de água bruta do referido sistema, nas proximidades de Marruás dos Rosas, implicaria em uma tubulação com cerca de 15,6 km de extensão, e atenderia os referidos distritos e a sede municipal de Pires Ferreira. Além do mais, esta solução envolverá, também, a intervenção em todas as elevatórias existentes, de forma a adequá-las às novas condições operacionais, através de substituição ou ajustes nos equipamentos de bombeamento, bem como na ampliação da ETA.

A solução proposta terá como base duas concepções, conforme apresentado a seguir:

#### **CONCEPÇÃO 1**

Atendimento de Pires Ferreira, Delmiro Gouveia e Otavilândia a partir de uma derivação na adutora de Ipu, na localidade de Marruás dos Rosas.

## CONCEPÇÃO 2

Esta concepção tem como característica básica, a implantação de um sistema independente para Pires Ferreira e demais localidades, a partir de uma captação no açude Araras, nas proximidades do distrito de Otavilândia.

### II.2.2 - Metodologia para Definição do Diâmetro Econômico

A definição do diâmetro para cada trecho da adutora foi baseada na análise dos custos de investimentos (implantação) e operação (gastos com energia).

A metodologia e os parâmetros utilizados no dimensionamento das alternativas de adução são apresentados a seguir:

- Horizonte do projeto ..... 30 anos
- Tarifa de consumo (tc) ..... R\$ 0,0636 / kWh
- Tarifa de demanda (td) ..... R\$ 6,79 / kW
- Taxa de juros (tx) ..... 12% a.a
- Horas funcionamento anual (ta) ..... Variável
- Rend. dos equip. bombeamento ( $\eta$ ) ..... 50%
- Classe de pressão da tubulação ..... Variável
- Material ..... Função(DN, Pressão)
- Vazão de recalque (l/s) ..... Q (2032)

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).

A potência perdida no sistema, para um determinado diâmetro, é obtida pela expressão:

$$P_p = \frac{Q \times h_f \times 0,736}{75 \times \eta}$$

onde:

Pp = Potência perdida (kW)

Q = Vazão do trecho (l/s)

hf = perda de carga total no trecho (m)

$\eta$  = rendimento do conjunto motor-bomba (%)

O custo do consumo anual das perdas de energia elétrica é calculado por:



$$Cc = Pp \times ta \times tc$$

onde:

ta = número de horas de funcionamento por ano;

tc = tarifa de consumo de energia elétrica.

O custo da demanda anual das perdas de energia elétrica é calculado por:

$$Cd = Pp \times td \times 12$$

O custo das perdas (CP), a valor presente líquido, é calculado com base em uma taxa de juros de 12% ao ano, a partir da seguinte equação:

$$CP = \frac{Cc + Cd}{(1+i)^{t2-t1}}$$

onde:

CP = Custo anual de energia a VPL (R\$)

tx = Taxa anual de juros (%)

t2-t1 = Períodos de análise (ano)

Para o cálculo das perdas de cargas do sistema será utilizada a fórmula universal associada a equação proposta por SWAMEE (Design of a Submarine Pipeline. ASCE, 1993):

$$h = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (\text{Formula Universal})$$

$$f = \left\{ \left( \frac{64}{NR} \right)^8 + 9,5 \left[ \ln \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{5,74}{NR^{0,9}} - \left( \frac{2500}{NR} \right)^6 \right)^{-16} \right] \right\}^{0,125} \quad (\text{Equação de Swamee})$$

$$NR = \frac{V D}{\gamma} \quad \text{onde:}$$

h = perda de carga distribuída (m);

f = fator de atrito;

L = comprimento da tubulação (m);

D = diâmetro interno da tubulação (m);

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

k = rugosidade absoluta equivalente da tubulação (m);

NR = número de Reynolds;

$\gamma$  = viscosidade (m<sup>2</sup>/s);

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>).

Valores da rugosidade absoluta equivalente ( $k$ ) adotados:  $k = 0,06$  mm (PVC) e  $k = 0,10$  mm (FoFo). Segundo PORTO (Hidráulica Básica. EESC/USP, 1998), 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 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.

### II.2.3 - Concepção 1

Estudos preliminares elaborados pela SRH, baseados em anseios das comunidades locais, sugerem o atendimento de Pires Ferreira, Delmiro Gouveia e Otavilândia a partir de uma derivação na adutora de Ipu, na localidade de Marruás dos Rosas. Baseado neste traçado, a SRH autorizou os estudos topográficos de todo o seguimento da adutora até Pires Ferreira, partindo da adutora de Ipu nas proximidades de Marruás dos Rosas.

A **Figura II.2** apresenta o traçado básico dessa concepção. As principais unidades integrantes da mesma são:

- Obra de derivação no Sistema Adutor de Ipu;
- Uma ETA logo após a derivação;
- Elevatória(s) de recalque;
- Uma adutora com 15.861 m até Pires Ferreira;
- Uma subadutora com 2.521 m para Otavilândia (será aproveitada a adutora existente).

Como esta concepção possui como característica principal a derivação das vazões a partir de um sistema adutor em operação, será feita uma análise dessa intervenção, e suas implicações operacionais e funcionais acarretadas pela incorporação dessas novas demandas.

#### II.2.3.1 - Análise do Comportamento Operacional do Atual Sistema com a Inclusão das Novas Demandas

Conforme apresentado anteriormente, o sistema em operação foi dimensionado para uma vazão de 70,43 litros por segundo, considerando um tempo máximo de funcionamento de 20 horas por dia.

Com a inclusão das novas demandas, e adotando-se um horizonte de projeto de 30 anos (p/ todas as comunidades, inclusive Ipu), a vazão máxima diária (ano 2032), passará a ser de 96,22 l/s (20 horas de operação).

Conforme dados do sistema implantado, as tubulações possuem classes de pressões distintas em cada trecho. Temos no seguimento inicial da adutora (2.129 m após a EE 2) tubos com classe de pressão de 12,5 kgf/cm<sup>2</sup> e, deste ponto até a EE 3, tubos com classe de pressão de 6,0 kgf/cm<sup>2</sup>. Portanto, esta característica da tubulação limitará, consideravelmente, o valor da vazão a ser incorporada.

Mantendo-se a concepção original do projeto (20 horas de funcionamento), diversos trechos da adutora passarão a funcionar com pressões dinâmicas acima das classes dos tubos implantados. Porém, adotando-se um tempo de funcionamento de 24 horas (previsto em final de plano), a vazão de adução decresce para 80,18 l/s. Para esta condição, as pressões dinâmicas nos diversos trechos da adutora apresentam valores inferiores as pressões de serviço dos tubos.

A vazão de adução (ano 2032) a ser veiculada nos trechos existentes entre a EE 1 e o ponto de derivação, será de 80,18 l/s, sendo:

- Ipu..... 69,44 l/s
- Pires Ferreira e distritos..... 10,74 l/s

Duas condições de funcionamento poderão ocorrer no trecho comum do sistema, e que são: operação com a derivação para Pires Ferreira aberta ou bloqueada. Esta verificação tem como objetivo analisar o comportamento das pressões ao longo da linha, e sua influência nos equipamentos de bombeio da EE 2. Quando a derivação estiver bloqueada, a vazão destinada para Pires Ferreira e demais localidades será toda aduzida para a EE 3.

Os resultados desta simulação são apresentados no [Anexo II](#). Os valores obtidos indicam uma pequena variação na pressão no início da adutora, conforme pode-se observar a seguir:

- **PRESSÕES NO INÍCIO DA ADUTORA COM A DERIVAÇÃO ABERTA**
  - Ano 2032 ..... 67,26 m
- **PRESSÕES NO INÍCIO DA ADUTORA COM A DERIVAÇÃO BLOQUEADA**
  - Ano 2032 ..... 71,42 m

De acordo com os resultados, concluímos que:

- Adotando-se um tempo de funcionamento de até 24 horas por dia, as pressões dinâmicas ao longo do trecho entre a EE 2 e a EE 3, situam-se, ainda, na faixa especificada pelas classes de pressões dos tubos;
- Os equipamentos eletromecânicos da EE 1 deverão atender, já no início do plano, as seguintes condições operacionais: Q = 80,18 l/s (projeto = 70,43 l/s); AMT = 20,00 m (projeto = 19,00 m); P = 40,00 CV (projeto = 30 CV);
- Os equipamentos eletromecânicos da EE 2 deverão atender, já no início do plano, as seguintes condições operacionais: Q = 80,18 l/s (projeto = 70,43 l/s); H = 72,00 m (projeto = 53,00 m); P = 125,00 CV (projeto = 100 CV);
- As novas condições piezométricas exigirão a instalação de equipamentos de proteção contra transientes hidráulicos ao longo da linha (trecho EE 2 / EE 3).

A [Figura II.3](#) apresenta o traçado das linhas piezométricas para as duas condições analisadas.

Foram simuladas as seguintes alternativas para a adutora de Pires Ferreira, a partir da **Concepção 1**.

#### *II.2.3.2 - Alternativa 1*

Essa alternativa apresenta como característica básica um bombeamento direto para Pires Ferreira, com derivação para Delmiro Gouveia e Otavilândia. A adução será feita através de uma tubulação de 100 mm de diâmetro.

#### *II.2.3.3 - Alternativa 2*

Essa alternativa prevê um único bombeamento para Pires Ferreira, com derivação para D. Gouveia e Otavilândia. A adução será feita através de uma tubulação com diâmetro de 150 mm até D. Gouveia, e de 100 mm no seguimento final até P. Ferreira.

#### *II.2.3.4 - Alternativa 3*

Essa alternativa prevê dois bombeamentos até Pires Ferreira, com derivação para D. Gouveia e Otavilândia. A adução será feita através de tubos com 100 mm de diâmetro.

#### *II.2.3.5 - Alternativa 4*

Essa alternativa é semelhante a anterior, com uma elevatória intermediária em D. Gouveia. A diferença está no diâmetro da tubulação, que no trecho inicial (até D. Gouveia) será de 150 mm. No trecho final (D. Gouveia / P. Ferreira) o diâmetro da tubulação será de 100 mm.

#### *II.2.3.6 - Resultados*

Os resultados da análise financeira das alternativas desenvolvidas para a **Concepção 1** são apresentados no **Anexo III**. Os custos de investimentos referem-se aos itens mais significativos, sendo que alguns custos comuns entre as alternativas não foram considerados (medidas mitigadoras, REL de Delmiro Gouveia, rede de distribuição e etc).

#### • **ALTERNATIVA 1 (BOMBEAMENTO DIRETO E TUBULAÇÃO COM DIÂMETRO DE 100 mm)**

▪ Comprimento (m) .....	2.768 / 13.093
▪ DN (mm) .....	100
▪ Material.....	FoFo / PVC
▪ Classe pressão mínima (kgf/cm <sup>2</sup> ) .....	18 / 10
▪ Potência da EEAT (CV) .....	50
▪ Investimentos iniciais .....	R\$ 1.360.657,48
▪ Custo total a VPL (Investimentos + O&M) .....	R\$ 1.598.588,09

#### • **ALTERNATIVA 2 (BOMBEAMENTO DIRETO COM DIÂMETRO 150 / 100 mm)**

▪ Comprimento (m) .....	5.548 / 10.313
▪ DN (mm) .....	150 / 100
▪ Material.....	PVC
▪ Classe de pressão mínima (kgf/cm <sup>2</sup> ) .....	10

- Potência da EEAT (CV) ..... 25
- Investimentos iniciais ..... R\$ 1.271.511,22
- Custo total a VPL (Investimentos + O&M) ..... R\$ 1.444.964,56

• **ALTERNATIVA 3 (COM BOMBEAMENTO INTERMEDIÁRIO E DIÂMETRO DE 100 mm)**

- Comprimento (m) ..... 15.861
- DN (mm) ..... 100
- Material ..... PVC
- Classe pressão mínima (kgf/cm<sup>2</sup>) ..... 10
- Potência da EEAT 1 (CV) ..... 25
- Potência da EEAT 2 (CV) ..... 7,5
- Investimentos iniciais ..... R\$ 1.243.810,16
- Custo total a VPL (Investimentos + O&M) ..... R\$ 1.442.994,35

• **ALTERNATIVA 4 (COM BOMBEAMENTO INTERMEDIÁRIO E DIÂMETRO DE 150 / 100 mm)**

- Comprimento (m) ..... 4.608 / 11.253
- DN (mm) ..... 150 / 100
- Material ..... PVC
- Classe de pressão mínima (kgf/cm<sup>2</sup>) ..... 10
- Potência da EEAT 1 (CV) ..... 12,5
- Potência da EEAT 2 (CV) ..... 7,5
- Investimentos iniciais ..... R\$ 1.271.734,90
- Custo total a VPL (Investimentos + O&M) ..... R\$ 1.436.399,14

O **Anexo IV** apresenta o pré-dimensionamento das adutoras para as diversas alternativas estudadas na **Concepção 1**.

As **Figuras II.4.1 a II.4.4** apresentam o perfil das linhas piezométricas, em regime normal, de cada uma dessas alternativas de adução.

#### **II.2.4 - Concepção 2 (Alternativa Única)**

A proposta desta concepção é o funcionamento independente do sistema através de uma captação direta no açude Araras, nas proximidades de Otavilândia.

As principais unidades integrantes desta concepção são as seguintes:

- Uma captação flutuante no açude Araras;
- Uma ETA em Otavilândia;
- Elevatória(s) de recalque;
- Uma adutora com 15.820 m até Pires Ferreira

A **Figura II.5** mostra o traçado esquemático da **Concepção 2**.

Observa-se que do ponto de vista ambiental essa concepção não é adequada, uma vez que essa intervenção acontecerá dentro da Área de Preservação Permanente do Açude Araras. Como essa região é muito povoada, o nível de contaminação da água é elevado por causa das ações antrópicas. Outro aspecto importante, e que merece destaque, é que do ponto de vista social a **Concepção 2** tem um alcance menor, pois não beneficiará a população residente em Marruás dos Rosas.

Diante dos fatos enumerados acima, descartou-se esta alternativa de captação.

## **II.2.5 - Conclusões**

Os resultados obtidos nas análises indicam que:

A Alternativa 4 da Concepção 1 foi a que apresentou o menor custo final (VPL) de investimento, operação e manutenção.

O investimento inicial necessário para implantação desse sistema adutor, a partir da alternativa selecionada, é da ordem de **R\$ 1.271.734,90 (um milhão, duzentos e setenta e um mil, setecentos e trinta e quatro reais, e noventa centavos)**. Não estão inclusos os custos para implantação das redes de distribuição, nem os custos das medidas mitigadoras.

## **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 Araras, cuja capacidade é da ordem de 860 hm<sup>3</sup>. A captação será feita a partir de uma derivação na adutora existente (Sistema Adutor de Ipu), nas proximidades da localidade Marruás dos Rosas. Para tanto, será instalado um T de derivação com DN 300 x 100 mm. Neste ponto serão implantadas duas válvulas automáticas, sendo uma reserva, para controle das vazões e pressões (função da operação da linha existente).

### **II.3.2 - Estação de Tratamento de Água - ETA**

A ETA proposta consiste de um sistema compacto de tratamento d'água através de filtração direta ascendente, seguida de desinfecção. A sua alimentação, através da câmara de carga, será feita a partir da derivação, que nas condições normais de operação apresenta disponibilidade de carga suficiente para abastecê-la.

Para o pré-dimensionamento dos filtros foi adotada uma taxa de filtração de 120,00 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia, conforme determina a NBR 12.216 da ABNT.

Considerando os dados de fim de plano, teremos:

- Vazão ..... 38,63 m<sup>3</sup>/h
- Taxa de filtração nominal ..... 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia;
- Tempo de funcionamento ..... 24 horas/dia;
- Área Filtrante Necessária ..... 7,73 m<sup>2</sup>

Serão implantadas duas unidades filtrantes com 2,00 m de diâmetro (área total de filtração de 6,28 m<sup>2</sup>) que atenderá as demandas estimadas até o ano 2032.

### **II.3.3 - Estações de Bombeamento - EB's**

#### ***II.3.3.1 - Estação de Bombeamento - EB 1***

Essa estação de bombeamento será construída junto da ETA, com a finalidade de abrigar duas elevatórias (EELF + EEAT 1) com dois conjuntos de recalque cada uma delas, e seus respectivos quadros de comando.

##### **II.3.3.1.1 Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros - EELF**

A lavagem dos filtros da ETA será realizada a partir do reservatório elevado projetado exclusivamente para este fim. Adotando-se um tempo de lavagem para cada unidade filtrante de 15 minutos, e uma velocidade de lavagem de 0,90 m/min, o volume necessário para uma lavagem será de aproximadamente 30 m<sup>3</sup>.

Considerando uma hora para enchimento do reservatório, teremos as seguintes características da elevatória:

- Localização ..... EB 1 (Marruás dos Rosas)
- Vazão ..... 50,00 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 18,00 m
- Potência ..... 6,0 CV

##### **II.3.3.1.2 Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT 1**

Esta unidade fará o recalque das vazões provenientes do processo de tratamento diretamente para o reservatório apoiado da EB 2.

Suas principais características são:

- Localização ..... EB 1 (Marruás dos Rosas)
- Vazão ..... 38,63 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 31 m
- Potência ..... 10,0 CV

#### ***II.3.3.2 - Estação de Bombeamento - EB 2***

Essa estação de bombeamento será construída em Delmiro Gouveia, tendo como finalidade abrigar duas elevatórias (EEAT 2.1 + EEAT 2.2) com dois conjuntos de recalque cada uma delas, e seus respectivos quadros de comando.

#### II.3.3.2.1 Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT 2.1

Localizada em Delmiro Gouveia, esta unidade fará o recalque das vazões para a cidade de Pires Ferreira.

Suas principais características são:

- Localização ..... EB 2 (Delmiro Gouveia)
- Vazão ..... 14,76 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 46 m
- Potência..... 7,5 CV

#### II.3.3.2.2 Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT 2.2

Localizada em Delmiro Gouveia, esta unidade fará o recalque das vazões necessárias para satisfazer as demandas da população residente em Delmiro Gouveia e Otavilândia.

Suas principais características são:

- Localização ..... EB 2 (Delmiro Gouveia)
- Vazão ..... 20,84 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 25 m
- Potência..... 4,0 CV

#### *II.3.3.3 - Estação de Bombeamento - EB 3*

Essa estação de bombeamento está localizada junto da ETA de Pires Ferreira. Tem como finalidade abrigar duas elevatórias (EEAT 3.1 + EEAT 3.2) com um conjunto de recalque ativo cada, um conjunto de recalque reserva comum às duas elevatórias, e seus respectivos quadros de comando.

#### II.3.3.3.1 Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT 3.1

Localizada em Pires Ferreira, esta unidade fará o recalque das vazões para o REL 1, existente.

Suas principais características são:

- Localização ..... EB 3 (Pires Ferreira)
- Vazão ..... 14,76 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 30 m
- Potência..... 6,0 CV



### II.3.3.3.2 Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT 3.2

Localizada em Pires Ferreira, esta unidade fará o recalque das vazões para o REL 2, existente.

Suas principais características são:

- Localização ..... EB 3 (Pires Ferreira)
- Vazão ..... 14,76 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 30 m

### **II.3.4 - Adutoras**

#### • TRECHO 1 (EB 1 / EB 2)

- Extensão ..... 4,6 km
- Diâmetro ..... 150 mm
- Vazão máxima (2032) ..... 38,63 m<sup>3</sup>/h
- Velocidade ..... 0,56 m/s
- Perda de carga total ..... 10 m
- Material ..... PVC DEFOFO
- Classe de pressão ..... 1,0 MPa
- Funcionamento ..... Pressurizado

#### • TRECHO 2 (EB 2 / EB 3)

##### – Sub-Trecho 1 (EB 2 / Caixa de Passagem)

- Extensão ..... 6,6 km
- Diâmetro ..... 100 mm
- Vazão máxima (2032) ..... 14,76 m<sup>3</sup>/h
- Velocidade ..... 0,44 m/s
- Perda de carga ..... 15 m
- Material ..... PVC DEFOFO
- Classe de pressão ..... 1,0 MPa
- Funcionamento ..... Pressurizado

##### – Sub-Trecho 2 (Caixa de Passagem / EB 3)

- Extensão ..... 4,6 km
- Diâmetro ..... 100 mm
- Vazão máxima (2032) ..... 14,76 m<sup>3</sup>/h
- Velocidade ..... 0,44 m/s
- Perda de carga ..... 10 m
- Material ..... PVC DEFOFO
- Classe de pressão ..... 1,0 MPa

- Funcionamento..... Gravitário

### II.3.5 - Reservatórios

#### **PIRES FERREIRA**

A capacidade de reservação existente em Pires Ferreira é composta pelas seguintes estruturas:

- 01 RAP ..... 30 m<sup>3</sup>
- 01 REL ..... 100 m<sup>3</sup>
- 01 REL ..... 50 m<sup>3</sup>

A reservação necessária em Pires Ferreira é de aproximadamente 90 m<sup>3</sup> (2032). Considerando que a capacidade atual é de cerca de 180 m<sup>3</sup>, não será necessária a ampliação da reservação.

#### **DELMIRO GOUVEIA, OTAVILÂNDIA E MARRUÁS DOS ROSAS**

Em Delmiro Gouveia deverá ser construído um reservatório elevado de 100 m<sup>3</sup> para compensar as oscilações de demanda.

Em Otavilândia o sistema atual conta com um reservatório elevado de 65 m<sup>3</sup>, capacidade suficiente para atender as necessidades de fim de plano.

Em Marruás dos Rosas existe um reservatório elevado de 22 m<sup>3</sup>, capacidade suficiente para atender as necessidades de fim de plano.

#### **LAVAGEM DOS FILTROS**

A lavagem dos filtros da ETA será feita através de um reservatório elevado de 50 m<sup>3</sup>.

A [Figura II.6](#) mostra o arranjo geral do sistema proposto.

### **III - VIABILIDADE AMBIENTAL**

### III - VIABILIDADE AMBIENTAL

#### III.1 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO

##### III.1.1 - Área de Influência do Projeto

A área de influência do projeto ora em análise, encontra-se dividida em áreas de influência física e funcional, a seguir caracterizadas:

- **ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA:** corresponde aos locais onde serão implantadas as obras do sistema adutor proposto como: tubulações, estações elevatórias e a estação de tratamento de água;
- **ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL:** encontra-se representada pela cidade de Pires Ferreira e pelos distritos de Delmiro Gouveia e Otavilândia, e, ainda, pela comunidade de Marruás dos Rosas, cujas populações serão beneficiadas com o fornecimento d'água regularizado.

##### III.1.2 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

A geologia da região onde está inserido o Sistema Adutor de Pires Ferreira é constituída, predominantemente, por rochas do embasamento cristalino, representadas pelas formações Complexo Gnáissico-Migmatítico e Complexo Tamboril-Santa Quitéria. Em termos percentuais, cerca de 93,0% do traçado da adutora se desenvolve sobre os domínios do Complexo Gnáissico-Migmatítico, mais especificamente o trecho que vai da derivação no Sistema Adutor de Ipu (Marruás dos Rosas) até Pires Ferreira, enquanto que o restante (7,0%) está assente sobre o Complexo Tamboril-Santa Quitéria, correspondendo a um trecho entre Delmiro Gouveia e Otavilândia.

Litologicamente, o Complexo Gnáissico-Migmatítico é definido como uma seqüência constituída de gnaisses variados, em parte migmatizados, freqüentemente intercalados por níveis quartzíticos (q) e carbonáticos (ca). Observa-se o predomínio de biotita-gnaisses com ou sem muscovita, anfibólio, granada e sillimanita, muitas vezes servindo de encaixante para sheets de leuco-ortognaisses, pegmatóides e augen-ortognaisses. Subordinadamente ocorrem corpos anfibolíticos e calcossilicáticos em jazimentos lenticulares de pequenas dimensões, concordantes com o bandamento gnáissico. Os migmatitos ocorrem, em geral, intimamente associados aos demais litocomponentes da unidade.

Segundo BRANDÃO (1995), a análise globalizada das rochas deste Complexo mostra a atuação de processos metamórficos e deformacionais, que em escala regional são compatíveis com a fácies anfibolito, e uma anisotropia estrutural representada por uma foliação resultante de deformação dúctil ou plástica em regime de cisalhamento simples.

O Complexo Tamboril-Santa Quitéria é composto, litologicamente, por gnaisses-migmatíticos com estrutura flebítica, estromática e oftálmicas freqüentes, migmatitos com estruturas schlieren, nebulitos e anatexitos dominantes e granitóides vários. A sua característica morfológica é dada pela feição uniformemente elevada, sob a forma de um maciço onde se agregam litologias altamente migmatizadas. Os contatos entre seus tipos litológicos são transicionais, permitindo apenas a observação de zonas foliadas, no domínio dos gnaisses-migmatíticos e rarefação dos elementos planares no domínio dos migmatitos e granitóides.

Com relação a geomorfologia, o sistema adutor se desenvolve predominantemente sobre a depressão sertaneja, apresentando topografia plana a suave ondulada.

### **III.1.3 - Solos**

Predominam ao longo do traçado do sistema adutor os solos do tipo Bruno Não Cálcicos, associados a solos Litólicos Eutróficos, Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados. Ocorrem, ainda, numa escala relativamente reduzida, os Podzólicos Vermelho Amarelo Equivalente Eutróficos, em geral, formando associações com os Litólicos e Latossolos Escuros Eutróficos.

Os solos Bruno Não Cálcicos ocupam áreas de relevo plano a suave ondulado, nos domínios da Depressão Sertaneja, onde predominam rochas gnáissico-migmatíticas. Normalmente encontram-se associados com solos Litólicos Eutróficos e Planossolos Solódicos. São rasos ou moderadamente profundos, de alta fertilidade natural, moderado a imperfeitamente drenados, ácidos a praticamente neutros e com grande quantidade de minerais primários no perfil. Caracterizam-se, também, pela freqüente presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus ou matações caracterizando aparentemente um pavimento desértico.

Os Litólicos Eutróficos são solos rasos a muito rasos, de textura arenosa a argilosa, normalmente com fase pedregosa e rochosa. Possuem drenagem de moderada a acentuada, e são bastante susceptíveis a erosão, face a sua reduzida espessura, pois o substrato rochoso dificulta ou impede a percolação da água, expondo o horizonte A aos efeitos das enxurradas.

Os Planossolos Solódicos são moderadamente profundos a rasos e imperfeitamente drenados. Apresentam como fatores limitantes ao uso agrícola a susceptibilidade à erosão e a elevada saturação de sódio nos horizontes subsuperficiais. Além disso, o horizonte Bt não apresenta condições físicas favoráveis a penetração das raízes dado o excesso de água durante o período chuvoso e o ressecamento/fendilhamento durante o período seco.

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

Os Podzólicos Vermelho Amarelo Equivalente Eutróficos são solos de média a alta fertilidade, comumente profundos, poucas vezes rasos, de textura argilosa, com presença de cascalho nos solos rasos. Via de regra, são moderadamente a bem drenados, excetuando-se os solos rasos, que apresentam drenagem moderada a imperfeita.

Os Latossolos Vermelho Escuros Eutróficos são solos profundos a muito profundos, de textura argilosa ou média, bem a fortemente drenados, com Horizonte B latossólico. Geralmente são bastante resistentes à erosão em decorrência da baixa mobilidade da fração argilosa, do alto grau de floculação e da grande porosidade e permeabilidade. São solos moderadamente ácidos a praticamente neutros, com baixo teor de alumínio trocável e média a alta fertilidade.

### **III.1.4 - Recursos Hídricos Superficiais**

#### *III.1.4.1 - Bacia do Acaraú*

O traçado do Sistema Adutor de Pires Ferreira se desenvolve na região de alto curso da Bacia do Acaraú. Localizado no referido sistema está o açude Araras, fonte hídrica do Sistema Adutor de Ipu, do qual derivará a adutora em estudo.

Drenando uma área de 14.422,9 km<sup>2</sup>, o rio Acaraú apresenta no seu alto curso fortes declividades como resultado do relevo montanhoso, enquanto que no seu baixo curso, a declividade se reduz bastante, traduzindo a predominância do relevo suave que caracteriza a bacia.

Mesmo com índice de compacidade de 1,85 e fator de forma de 0,15, não indicadores de condições globais favoráveis à formação de picos de cheias, são verificadas grandes enchentes no seu baixo e médio cursos. Tal fato decorre da elevada pluviometria verificada nas regiões montanhosas, bem como da configuração da bacia, que apresenta na região de montante uma forte tendência a uma forma circular, portanto causadora de picos de cheias, enquanto que a região de jusante se apresenta estreita e longilínea.

Os principais afluentes encontram-se na margem direita, onde destacam-se os rios Macacos, Groaíras, Jacurutu e Sabonete, os dois primeiros com sub-bacias de grande porte. Pela margem esquerda o afluente de maior destaque é o rio Jaibaras.

O padrão de drenagem desenvolvido pela rede hidrográfica é do tipo dendrítico, com os tributários se unindo ao rio principal em ângulos agudos de graduação variada. É freqüente a presença de confluência em ângulos retos nas áreas onde predominam rochas de resistência uniforme e nas estruturas sedimentares horizontais.

Apresenta fluviometria de caráter intermitente, exceto nos trechos perenizados pelos açudes Araras (860.9 hm<sup>3</sup>), Edson Queiroz (250.5 hm<sup>3</sup>), Ayres de Sousa (104.4 hm<sup>3</sup>), Acaraú Mirim (52.0 hm<sup>3</sup>), Forquilha (50.1 hm<sup>3</sup>), e próximo ao litoral, onde torna-se perene. O desnível em relação ao mar é muito reduzido em seu baixo curso, permitindo inclusive a influência das marés.

O abastecimento d'água público, com recursos hídricos provenientes da própria bacia, apresenta-se deficiente na região a ser atendida pelo sistema adutor, não conseguindo suprir totalmente a demanda nos anos normais de precipitação. Quanto aos fatores contribuintes para a degradação do ecossistema do rio Acaraú, ao longo de toda a bacia observa-se o lançamento "in natura" de esgotos domésticos e industriais dos núcleos urbanos em seus cursos d'água. O município de Sobral, situado a jusante do açude Araras, se constitui no pólo industrial da bacia, respondendo pelos maiores índices de poluição constatados no rio Acaraú e tributários.

#### *III.1.4.2 - Considerações Sobre a Fonte Hídrica do Sistema Adutor*

A bacia hidrográfica do açude Araras compreende uma área de 3.520 km<sup>2</sup> e bacia hidráulica de 9.625 há. Este reservatório possui uma capacidade de armazenamento de 860.900.024 m<sup>3</sup> de água, e vazão regularizada de 4,89 m<sup>3</sup>/s com garantia de 90% e volume de alerta.

Atualmente, a utilização do açude atende a diversas finalidades: abastecimento humano, irrigação pública e privada, e pesca. De acordo com dados do cadastro da COGERH, realizado em 2000, a área irrigada utilizando como manancial o açude Araras era de, aproximadamente, 2.800 hectares, totalizando 328 usuários nessa atividade. A irrigação pública em operação é representada pelo Perímetro Irrigado Araras-Norte com 1.557 hectares, localizado na margem esquerda do açude, nas proximidades da barragem. Com relação ao abastecimento humano foram cadastradas captações atendendo os sistemas das cidades de Ipu, Varjota, Reriutaba e do distrito de Otavilândia, em Pires Ferreira.

Considerando o consumo para o abastecimento urbano e irrigação, e um percentual de perda inerente ao sistema, obtém-se um valor de 3,00 m<sup>3</sup>/s para a vazão atualmente consumida no açude e, portanto, um saldo na vazão regularizada de 1,89 m<sup>3</sup>/s. O referido saldo demonstra uma folgada disponibilidade de água para o sistema adutor proposto, que deverá demandar uma vazão média, em final de plano (ano 2032) de 8,95 l/s.

No que concerne à qualidade da água do açude, procurou-se obter uma série histórica, não só para este parâmetro, como também para seu nível de exploração ao longo dos anos. Para tanto, foi consultada a FUNASA - Fundação Nacional de Saúde, DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos do Estado do Ceará e SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Conforme os citados órgãos, não estão disponíveis dados sobre a qualidade da água deste açude. Observa-se que a COGERH, em convênio com a SEMACE, desenvolve um programa de monitoramento da qualidade das águas dos principais açudes do Estado, disponibilizando, até o momento, somente dados sobre concentração de cloretos e condutividade elétrica. Porém, após uma vasta pesquisa bibliográfica, conseguimos alguns indicadores de qualidade da água deste reservatório no **Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (SRH / Consórcio Montgomery Watson - Engesoft. Fortaleza, 2000)**. Tais dados referem-se a campanha de monitoramento realizada pela COGERH, acrescida de uma campanha realizada pelo próprio Consórcio responsável pelo estudo. Estes indicadores foram tabulados e podem ser observados no [Tabela III.1](#) apresentada a seguir. Consta na referida tabela os dados obtidos na campanha realizada pela SRH/SOHIDRA/ECOTEC, em 07/11/2001, cujos laudos são apresentados no [Anexo VIII](#).

Seguem alguns comentários sobre estes parâmetros de qualidade de água:

#### **a) Cor**

É resultado da existência, na água, de substâncias em solução. Esta característica acentua-se quando há presença de matéria orgânica (principalmente vegetais - ácidos húmicos e fúlvicos), de minerais como o ferro e o manganês, ou de despejos coloridos contidos em esgotos industriais.

Quando a cor é de origem natural não representa risco direto à saúde, porém a cloração da água contendo a matéria orgânica responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos - ex: clorofórmio).

De acordo com os indicadores, verifica-se que a água do açude Araras é pouco colorida, com indicador médio da ordem de 17,7 uH. O valor máximo foi de 24,0 uH e o mínimo foi de 11,0 uH.

É importante salientar que a cor pode ser facilmente removida da água por coagulação química.

O padrão de potabilidade de água destinada ao consumo humano, estabelecido pelo Ministério da Saúde (Portaria Nº 1469, de 29/12/00), determina que o valor máximo permissível da cor aparente da água tratada na entrada da rede de distribuição é de 15,0 uH.

#### **b) Turbidez**

Causada pela presença de materiais em suspensão na água, tais como partículas de solo e/ou lodo, descarga de esgoto doméstico ou industrial, ou pela presença de um grande número de microorganismos.



A desinfecção da água, principalmente a inativação de vírus, é tanto mais eficaz quanto menor é a turbidez. Por isso, a Portaria N° 1469/2000-MS estabelece que a turbidez da água pós-filtração rápida ou pré-desinfecção deve ser menor que 1,0 uT.

#### **c) pH**

Embora o padrão de potabilidade estabeleça a faixa de valores de 6,0 a 9,5 para a água no sistema de distribuição, do ponto de vista da saúde pública este parâmetro (pH), por si só, não significa muito. Porém, recomenda-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0.

Nota-se que a água do açude Araras é básica, já que seu pH apresentou valor médio de 7,8.

#### **d) Sabor e Odor**

As características de sabor e odor são consideradas em conjunto, pois geralmente a sensação de sabor origina-se do odor.

Essas sensações são causadas por impurezas dissolvidas, freqüentemente de natureza orgânica, como fenóis e clorofenóis, resíduos domésticos e/ou industriais, gases dissolvidos (gás sulfídrico e/ou outros), algas e etc.

Sólidos totais, em concentrações elevadas, também produzem gosto sem odor.

Quando existem problemas com sabor e odor na água, a aeração pode ser eficaz em alguns casos. Em outros, pode ser necessária a utilização de carvão ativado para a adsorção dos compostos causadores de odor.

#### **e) Alcalinidade**

A alcalinidade é devida à presença de bicarbonatos, carbonatos ou hidróxidos. Com maior freqüência, a alcalinidade das águas é devida a bicarbonatos, produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre as rochas calcárias.

A alcalinidade não tem significado sanitário, a menos que seja devida a hidróxidos ou que contribua demasiado na quantidade de sólidos totais.

A água do açude Araras, como a maioria das águas dos rios e açudes do Ceará, é alcalina.

#### **f) Dureza**

É uma característica conferida à água pela presença de alguns íons metálicos principalmente os de cálcio e magnésio. A dureza é reconhecida pela sua propriedade de reduzir a formação de espuma, implicando um maior consumo de sabão.

Do ponto de vista da saúde pública, não há objeções ao consumo de águas duras. Pelo contrário, alguns pesquisadores têm encontrado uma correlação entre águas moles e certas doenças cardíacas, tendo sido verificado que há um maior número de pessoas com problemas cardiovasculares em áreas de águas moles do que em áreas de águas duras.

A água do açude Araras pode ser classificada como de dureza moderada (dureza entre 50 a 150 mg/L em CaCO<sub>3</sub>).

A Portaria N.º 1469/2000 do Ministério da Saúde determina que o valor máximo permissível para a dureza total seja de 500 mg/L em CaCO<sub>3</sub>.

#### **g) Cloretos, Sulfatos e Sólidos Totais**

O conjunto de sais normalmente dissolvidos na água, formado pelos bicarbonatos, cloretos, sulfatos e em menor concentração outros sais, pode conferir à água sabor salino e uma propriedade laxativa.

O teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas naturais.

O limite máximo desejável em águas para consumo humano não deve ultrapassar 250 mg/L. É importante salientar que concentrações de cloretos, mesmos superiores a 1.000 mg/L, não são prejudiciais ao homem, a menos que ele sofra de moléstia cardíaca ou renal. A restrição de sua concentração máxima está ligada, principalmente, ao gosto que o sal confere a água, mesmo em teores da ordem de 100 mg/L. Certas águas, entretanto, com concentrações da ordem de 700 mg/L não acusam gosto devido aos cloretos.

O sulfato quando presente na água, dependendo da concentração, tem propriedades laxativas mais acentuadas que outros sais. Quando estiver associado a íons de cálcio e magnésio, promove dureza permanente e pode ser um indicador de poluição de uma das fases da decomposição da matéria orgânica, no ciclo do enxofre. A concentração máxima permitida é de 250 mg/L de sulfato.

É importante ressaltar que quantidades excessivas de substâncias dissolvidas nas águas de um manancial, podem torná-las inadequadas ao consumo humano. Recomenda-se que o teor de sólidos totais dissolvidos seja menor que 500 mg/L, com um limite máximo aceitável de 1.000 mg/L.

Observa-se, portanto, que a água do açude Araras é doce já que na maior parte do tempo o nível de STD varia de 79 a 138 mg/L.

#### **h) Ferro e Manganês**

O ferro, muitas vezes associado ao manganês, confere à água um sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva.

Certos sais férricos e ferrosos, como os cloretos, são bastante solúveis na água.

É adotado pela Portaria N.º 1469/2000 um VMP de 0,3 mg/L para o ferro total. Essa limitação é feita por razões estéticas, pois águas contendo sais de ferro causam nódoas em roupas e objetos de porcelana. Em concentrações superiores a 0,5 mg/L causa gosto nas águas.

O manganês é semelhante ao ferro, porém menos comum, e a sua coloração característica é a marrom. O VMP é 0,1 mg/L.

A água do açude Araras possui baixa concentração de ferro.

#### **i) Impurezas orgânicas e nitratos**

A quantidade de nitrogênio na água pode indicar uma poluição recente ou remota. Isso significa dizer que águas com predominância de nitrogênio orgânico e amoniacal são poluídas por uma descarga de esgotos próxima. Águas com concentração de nitratos predominantes indicam uma poluição remota, já que os nitratos são o produto final de oxidação do nitrogênio.

Independentemente da sua origem, que também pode ser mineral, os nitratos (em concentrações acima de 50 mg/L em termos de  $\text{NO}_3$ ), provocam em crianças a cianose ou metemoglobinemia, condição mórbida associada à descoloração da pele, em consequência de alterações no sangue.

O VMP pela Portaria N.º 1469/2000 do Ministério da Saúde é de 10 mg/L para a concentração de nitratos, 1 mg/L para a concentração de nitritos e 1,5 mg/L para a concentração de amônia.

A água do açude Araras está dentro dos limites permitidos pelo Ministério da Saúde para estes indicadores.

#### **j) Fósforo**

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Este elemento não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento humano, porém é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização).

#### **k) Algas e eutrofização**

As algas são uma designação abrangente de plantas simples, a maior parte microscópicas, que incluem tanto as plantas de movimentação livre, o fitoplâncton e as algas bênticas aderidas.

A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do manancial.

O florescimento algal decorrente do aumento de nutrientes no corpo d'água pode ter os seguintes efeitos diretos na qualidade da água:

- Aumento da matéria orgânica particulada;
- Aumento de substâncias orgânicas dissolvidas que podem conferir sabor e odor à água, ser precursores da formação de compostos organo-clorados, incrementar a cor da água, servir de substrato para o crescimento de bactérias na ETA e no sistema de distribuição, e contribuir para aumentar a corrosão;
- Aumento do pH e de suas flutuações diárias;
- Diminuição do teor de oxigênio próximo ao sedimento, podendo haver liberação de sulfeto de hidrogênio, amônia, ferro, manganês, fósforo e etc.

Essas alterações de qualidade da água podem apresentar efeitos diretos ou indiretos na operação da ETA, dos sistemas de reservação e distribuição, e nos custos com produtos químicos, tais como:

- Os efeitos na coagulação incluem aumento de coagulante e de alcalinizante para ajuste do pH de coagulação;
- Os flocos formados resultam leves, tendo-se que empregar polímero como auxiliar de floculação para evitar a flotação dos mesmos;
- Diminuição da eficiência da remoção de flocos na decantação, com aumento da turbidez e do número de partículas na água decantada;
- Obstrução do meio filtrante, reduzindo a carreira de filtração e aumentando o consumo de água para lavagem;
- Aumento do consumo de cloro devido à presença de matéria orgânica e amônia, diminuição da eficiência da desinfecção e potencialidade de formação de compostos organo-clorados, prejudiciais ao ser humano.

De acordo com DI BERNARDO (Algas e suas Influências na Qualidade das Águas e nas Tecnologias de Tratamento. ABES. Rio de Janeiro, 1995), nas águas de lagos e, principalmente, em regiões de clima tropical, os estados tróficos podem ser agrupados em três categorias, em função da concentração de clorofila “a” (pigmento que todas as algas fotoautotróficas possuem, que geralmente representa de 0,5 a 2% do peso seco algal), conforme apresentado na **Tabela III.2** a seguir:

*Tabela III.2 - Estados Tróficos de Lagos em Função da Concentração de Clorofila “a”*

ESTADO TRÓFICO	CLOROFILA “a” (µg/L)
Oligotrófico	0 a 4
Mesotrófico	4 a 10
Eutrófico	> 10

Verifica-se, portanto, que a água do açude Araras enquadra-se no nível de trofia denominado oligotrófico (lago claro com baixa produtividade de plantas aquáticas). Observa-se, contudo, que o nitrogênio e o fósforo são os nutrientes essenciais para o florescimento algal. Em regiões de clima tropical, com 0,5 mg/L de Ntotal e 0,05 mg/L de Ptotal, pode ocorrer a eutrofização.

Sabe-se, também, que a concentração de trihalometanos - THM aumenta com o acréscimo do teor de clorofila “a”, como observado por Hoehn e colaboradores (Di Bernardo, 1995), os quais mostraram a importância da biomassa algal e dos produtos metabólicos como precursores da formação de THM.

#### **l) Coliformes**

Os coliformes são bactérias que normalmente habitam os intestinos dos animais superiores. A sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por esgotos domésticos. Contudo, nem toda água que contenha coliformes é contaminada e, como tal, podem veicular doenças de transmissão hídrica (febre tifóide, cólera, diarreia, disenteria, hepatite infecciosa, giardiose e etc.).

O indicador de coliformes é expresso pelo número mais provável (NMP). Este representa a quantidade mais provável de unidades formadoras de colônias (UFC) existentes em 100 ml de água da amostra.

A água do açude Araras apresentou um índice de coliformes fecais médio (NMP de 40), indicando a necessidade de uma desinfecção eficiente, caso seja destinada ao consumo humano.

#### **m) Enquadramento do corpo d'água**

De acordo com a Resolução CONAMA N.º 20/1986 pode-se enquadrar a água do açude Araras como sendo de CLASSE 2. Segundo a classificação proposta pela ABNT - NBR 12.216, recomendada pela Portaria N.º 1.469/2000 do Ministério da Saúde, a água deste açude é do TIPO C - Águas superficiais proveniente de bacias não protegidas e que possam atender ao Padrão de Potabilidade mediante tecnologia de tratamento que exija coagulação química.

Vale ressaltar que o açude conta com uma expressiva área de contribuição (3.520 km<sup>2</sup>), na qual as mais diversas atividades se desenvolvem, merecendo destaque as atividades danosas ao equilíbrio do meio ambiente, como o lançamento de esgotos em cursos d'água. Diversas cidades são desprovidas de

sistema de esgotamento sanitário, constituindo fontes de poluição do reservatório. Além disso, o aporte de resíduos oriundos das atividades agrícolas irrigadas constitui outro fator agravante da poluição dos recursos hídricos.

### **III.1.5 - Recursos Hídricos Subterrâneos**

Os recursos hídricos subterrâneos da área do empreendimento podem ser considerados relativamente reduzidos, sendo representados basicamente pelo aquífero cristalino, seguindo-se em escala bem reduzida o aquífero aluvial.

As Aluviões apresentam permeabilidade elevada a média, tendo sua alimentação assegurada pelas precipitações e pelas infiltrações laterais provenientes dos cursos d'água nos períodos de enchentes. Funcionam como exutórios a evapotranspiração e os rios para os quais as águas do aquífero são drenadas no período de estiagem. O potencial hidrogeológico explorável deste aquífero é considerado elevado a médio. Quanto a qualidade das águas, as Aluviões, apesar da alta vulnerabilidade a poluição, apresentam águas de boa potabilidade, com resíduo seco quase sempre inferior a 500 mg/l. Apresentam boa permeabilidade e boa capacidade de armazenamento (porosidade), além de nível estático pouco profundo, o que reflete riscos médios a elevados de vulnerabilidade a poluição.

O aquífero cristalino apresenta a sua permeabilidade e coeficiente de armazenamento associados à extensão, grau de abertura e conexão das zonas de fraturamento das rochas. A recarga se dá através da pluviometria, rede hidrográfica e Aluviões, apresentando, no entanto, a circulação bastante restrita. Esta alimentação, geralmente, está condicionada à presença das Aluviões nos leitos dos rios e riachos, ou a mantos de intemperismo, os quais funcionam como elemento intermediário na transmissão de água às fissuras subjacentes. Fora destas zonas, as possibilidades de alimentação das fendas são praticamente nulas.

É considerada, de um modo geral, uma zona de baixa vulnerabilidade à poluição, devido às baixíssimas condições de permeabilidade dos litótipos, que não permitem um avanço acelerado, comparativamente, de qualquer carga poluente. Assim, o tempo de trânsito de uma carga contaminante é maior.

Quanto à qualidade das águas, os aquíferos cristalinos apresentam potabilidade dentro do limite de passável a medíocre, podendo ser consumida pelo homem, em condições precárias, na ausência total de uma água de boa qualidade. A baixa qualidade da água é motivada pela elevada concentração salina, que está relacionada a três causas básicas: concentração de sais da rocha, decorrente da circulação deficiente; solubilização de sais da rocha em consequência de um longo tempo de contato, e infiltração de sais do meio não saturado para o interior dos aquíferos durante o processo de recarga através das águas pluviais.

### **III.1.6 - Uso e Ocupação do Solo**

A adutora de Pires Ferreira se desenvolverá em áreas com predomínio de vegetação de caatinga arbórea (Floresta Caducifolia Espinhosa), na maior extensão de seu traçado. Ocorrendo, ainda, as

formações de matas secas (Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial), na sede municipal, e a caatinga arbustiva densa nas proximidades do açude Araras, em Otavilândia. 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 pavimentadas. Na faixa de domínio dessas rodovias observa-se apenas um recobrimento gramíneo/herbáceo com arbustos esparsos. 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. Deve-se ressaltar, entretanto, a localização da sede do distrito de Otavilândia, comunidade a ser atendida pelo abastecimento d'água, na área de preservação permanente do açude Araras.

No local da captação do Sistema Adutor de Ipu, da qual derivará o sistema em análise, a margem do açude Araras encontra-se cercada para evitar o acesso de pessoas ao local, entretanto, a ancoragem da estação de bombeamento flutuante encontra-se deficiente, provocando o deslocamento da referida unidade de bombeio para uma área próxima às margens. Nesse local foi constatada a presença de pessoas lavando roupa e tomando banho, além de cultivos de sequeiro nas proximidades. A margem do açude na área de captação está desprovida de vegetação, tendo-se observado apenas um revestimento gramíneo/herbáceo.

### **III.1.7 - Aspectos Sócio-Econômicos**

#### *III.1.7.1 - Demografia*

De acordo com o IBGE, em 2000, a população urbana dos núcleos populacionais de Pires Ferreira, Delmiro Gouveia, Otavilândia e Marruás dos Rosas era composta por um total de 3.215 habitantes. A taxa de crescimento anual da população urbana verificada para o período intercensitário de 1996/2000 foi de 2,55% ao ano. A população beneficiada pelo projeto, em final de plano (ano 2032), será de 5.162 habitantes, sendo 1.877 habitantes para Pires Ferreira (sede), 1.368 habitantes para Delmiro Gouveia, 1.411 habitantes para Otavilândia e 506 habitantes para Marruás dos Rosas.

De acordo com informações prestadas pela FUNAI - Fundação Nacional do Índio, o município de Pires Ferreira não conta com áreas de reservas indígenas no seu território. Quanto à ocorrência de evidências arqueológicas, segundo o IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, não há registros deste tipo de patrimônio cadastrado no território desse município, o que não significa dizer que devam ser desprezadas as possibilidades de ocorrências de sítios arqueológicos na região.

#### *III.1.7.2 - Indicadores da Qualidade de Vida*

Analisando o nível de instrução da população, em 1991, observou-se que a taxa de analfabetismo atingiu um percentual médio de 54,4% entre o total de pessoas maiores de 5 anos de idade, o que

coloca o município numa posição relativamente crítica em termos de educação. Em 1995, a taxa de analfabetismo entre os jovens de 11 a 17 anos atingiu valores elevados (33,0%). Em 1999, o percentual de atendimento de crianças na escola atingiu 90,21% na faixa etária de 7 -14 anos e 74,33% na faixa de 15 - 17 anos.

Em 1999, de acordo com a Secretaria Estadual de Saúde - SESA, foram notificados no município de Pires Ferreira sete casos de hepatite viral. No primeiro semestre do referido ano, foram notificados 728 casos de diarreia no município, contra 238 casos notificados no mesmo período do ano de 1998, o correspondente a uma variação de 206,0%. Essas doenças por serem de veiculação hídrica, têm nos esgotos a céu aberto e águas paradas as melhores condições para o desenvolvimento de vetores e patógenos. No ano de 1999, a taxa de mortalidade infantil calculada para o município foi de 24,8 ‰, maior que a TMI registrada em 1997 que foi de 16,5‰. Dentre as causas apontadas como agravantes da TMI citam-se a desnutrição e a diarreia, doenças decorrentes, sobretudo, do baixo nível de renda das famílias, que reflete diretamente sobre sua alimentação, e das condições sanitárias locais (abastecimento d'água, rede de esgotos, condições da habitação, etc.). Apesar dos agravantes citados, essas taxas são consideradas satisfatórias.

No tocante à distribuição de renda, tem-se disponíveis apenas dados do IBGE de 1991, onde foi observado que 96,0% dos chefes de domicílios do município recebiam uma renda mensal de até 2,0 salários mínimos, comprovando o baixo padrão de vida da população.

O IDH - Índice de Desenvolvimento Humano, que mede a qualidade de vida e o progresso humano de uma população, no ano de 1991, foi de 0,373 para a população de Pires Ferreira, índice considerado baixo.

### *III.1.7.3 - Saneamento Básico*

#### **• Abastecimento D'água**

Segundo o Censo Demográfico de 1991 do IBGE, o sistema de abastecimento d'água na cidade de Pires Ferreira estava centrado na utilização de poços ou outra forma de abastecimento como carros pipas, cisternas, com 90,0% dos seus domicílios utilizando este tipo de abastecimento, enquanto apenas 10,0% utilizava água da rede geral de abastecimento.

Atualmente o sistema de abastecimento d'água da cidade é operado pela CAGECE e atende cerca de 90,0% dos domicílios. O referido sistema tem como fonte hídrica, poços amazonas e artesianos com pequena capacidade produtiva, acarretando problemas nos períodos de estiagem. O tratamento dado à água é a desinfecção simples com aplicação de uma solução de hipoclorito de cálcio.

O sistema de abastecimento d'água do distrito de Otavilândia tem captação em quatro poços, sendo que dois encontram-se desativados. A água captada é levada até a ETA e distribuída para cerca de 90,0% dos domicílios do povoado. O tratamento dado à água é do tipo desinfecção simples. Este mesmo sistema atende o distrito de Delmiro Gouveia através de uma adutora de água tratada,



beneficiando, também, cerca de 90,0% dos domicílios. A localidade de Marruás dos Rosas não conta com rede de abastecimento, a água utilizada pela população provém de cacimbas no rio Jatobá.

- **Esgotamento Sanitário**

Foram cadastrados pelo IBGE, no ano de 1991, 867 domicílios na cidade de Pires Ferreira. Destes, 65,7% não dispunham de instalações sanitárias, enquanto que 22,4% possuíam como escoadouro sanitário fossas sépticas, 11,6% fossas rudimentares e 0,3% tinha outro tipo de escoadouro ou não sabia informar. Atualmente, todas as localidades contempladas, inclusive a sede municipal, não dispõem de sistemas de esgotamento sanitário para destino final dos efluentes.

- **Destino Final do Lixo**

Quanto ao destino dos resíduos sólidos, em 1991, a cidade contava com 12,2% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública. Do restante dos domicílios, 14,8% jogavam o lixo em terrenos baldios ou cursos d'água, 0,8% queimavam ou enterravam o lixo. Entretanto, o maior percentual de resíduos sólidos (72,2%) era destinado a outro destino que não os citados anteriormente.

#### *III.1.7.4 - Atividades Econômicas*

As atividades econômicas predominantes no município encontram-se vinculadas principalmente aos setores primário e terciário. No setor primário merece destaque a agricultura, que tem como principais culturas o milho e o feijão; e a pecuária, com destaque para a bovinocultura e a ovinocultura. Também merece destaque a atividade pesqueira desenvolvida no açude Araras. O setor terciário é representado por estabelecimentos comerciais, perfazendo em 1998, um total de 61 estabelecimentos de comércio varejista, com destaque para a venda de produtos de gêneros alimentícios (70,5%).

Quanto ao setor secundário, em 1998, existiam quatro estabelecimentos cadastrados, todos referentes à indústria de transformação, mais notadamente dos gêneros produtos alimentares (2 indústrias), bebidas (1 indústria) e vestuário, calçados, artefatos de tecido, couros e peles (1 indústria).

### **III.2 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE**

O sistema de controle ambiental no Ceará é integrado pela Secretaria da Ouvidoria-Geral e do Meio Ambiente (SOMA), à qual encontram-se vinculados o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA) e a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), ambos criados pelas Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente.

Os dispositivos legais a nível estadual, pertinentes a projetos de sistemas adutores e ao meio ambiente são os seguintes:

- Constituição Estadual;
- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977: dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no estado e dá outras providências;

- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

Por sua vez, o Decreto nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994, regulamenta o Artigo 4º da Lei nº 11.996/92, na parte referente à outorga de direito do uso dos recursos hídricos e cria o Sistema de Outorga para Uso da Água. Segundo reza o referido decreto, dependerá de prévia outorga da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), o uso de águas dominiais do Estado que envolva:

- Derivação ou captação de parcela de recursos hídricos existentes num corpo d'água, para consumo final ou para insumo de processo produtivo;
- Lançamento num corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos e gasosos com o fim de sua diluição, transporte e assimilação;
- Qualquer outro tipo de uso que altere o regime, a quantidade e a qualidade da água.

Ressalta-se que, no caso específico do lançamento de esgotos e de outros resíduos líquidos nos corpos d'água, a concessão de outorga pela SRH, ainda, não está sendo posta em prática. Tal fato tem como justificativa a complexidade que envolve o assunto decorrente, principalmente, da intermitência da quase totalidade dos cursos d'água do Estado.

O pedido de outorga de direito de uso de águas deverá ser encaminhado a SRH através do preenchimento de formulário padrão fornecido por esta, na qual deverá constar informações sobre destinação da água; fonte onde se pretende se obter a água; vazão máxima pretendida; tipo de captação da água, equipamentos e obras complementares, bem como informações adicionais para a aprovação do pedido.

Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos a licença prévia da SRH, conforme previsto no Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994 (açudes, transposição de água bruta, barragem de derivação ou regularização de nível d'água e poços), será obrigatória a apresentação desta, aproveitando-se sempre que possível os dados e informações já apresentados para o licenciamento.

Muito embora, tenha aplicação em termos legais restritos aos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, é considerado relevante para o empreendimento ora em pauta, as normas preconizadas pela Lei nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977, que dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos.

Merece, ainda, menção, embora não constitua dispositivo legal, a proposta para enquadramento dos principais cursos d'água do Estado do Ceará, elaborada pela SEMACE, tendo como base a classificação preconizada pela Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986. A referida resolução estabelece padrões de qualidade para os cursos d'água em função de seus usos preponderantes e da sua capacidade de autodepuração.

Quanto às políticas ambientais a nível federal, pertinentes ao projeto ora em análise, destacam-se os seguintes dispositivos legais:

- Constituição Federal;
- Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro de 1940: dispõe sobre a poluição das águas;
- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei nº 7803/89: institui o Código Florestal;
- Lei 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção da fauna;
- Portaria GM/MINTER nº 536, de 7 de dezembro de 1976: estabelece normas para a qualificação das águas interiores ou marinhas destinadas à balneabilidade;
- Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979: dispõe sobre o parcelamento do uso do solo urbano;
- Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Decreto nº 6.938/90, de 31 de agosto de 1981, alterado pelas leis nº 7804/89 e 8.028/98 e regulamentado pelo Decreto nº 99.247/90: dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente;
- Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985: define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas;
- Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: estabelece normas sujeitando ao licenciamento ambiental as obras de saneamento básico;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986: estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;
- Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986: estabelece a classificação e os padrões de qualidade das águas doces, salobras e salinas do território nacional;
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta as questões das audiências públicas;

- Decreto nº 95.733, de 12 de janeiro de 1988: destina 1,0% do orçamento dos projetos para implantação das medidas de proteção ambiental;
- Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água;
- Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.

Por fim, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

### **III.3 - O PROJETO**

#### **III.3.1 - Identificação do Empreendedor**

O empreendedor do Projeto do Sistema Adutor Pires Ferreira é a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), órgão prestador de serviços, inscrito no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica - CNPJ sob o Nº 11.821.253/0001-42, estabelecido à Avenida General Afonso Albuquerque Lima, 01 - Centro Administrativo do Cambé, Edifício SEDUC - Bloco C, 1º e 2º Andar, no município de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 488-8500.

#### **III.3.2 - Caracterização do Projeto**

O Projeto da Adutora de Pires Ferreira beneficiará, no ano 2032 (horizonte do projeto), um contingente populacional total de 5.162 habitantes. A cidade de Pires Ferreira e as localidades de Delmiro Gouveia, Otavilândia e Marruás dos Rosas serão beneficiadas com água tratada a partir da nova Estação de Tratamento de Água (ETA), a ser implantada na altura de Marruás dos Rosas, logo após a obra de derivação no Sistema Adutor de Ipu - que atualmente abastece a cidade de Ipu - cuja capacidade instalada não será comprometida com os incrementos na vazão, pela inclusão dos novos núcleos urbanos (vide capítulo II, item II.2.3.1, que trata da análise do comportamento operacional do atual sistema com a inclusão das novas demandas).

O sistema adutor ora em análise terá derivação na adutora de Ipu, cujo suprimento é garantido pelo açude Araras, com capacidade de acumulação de 860,9 hm<sup>3</sup> e vazão regularizada de 4,89 m<sup>3</sup>/s (90% de garantia e volume de alerta). A vazão requerida pelo sistema proposto para o atendimento das demandas de Pires Ferreira, Delmiro Gouveia, Otavilândia e Marruás dos Rosas, no ano 2032, é de 10,73 l/s e 69,44 l/s para Ipu, totalizando 80,18 l/s a vazão a ser suprida pelo sistema de captação da adutora de Ipu. Considerando que o Sistema Adutor de Ipu foi dimensionado para uma vazão de 70,43 l/s, observa-se um acréscimo de 13,8% na vazão projetada para a adutora existente (somente no trecho compreendido entre a EE1 e a EE 3), perfeitamente compatível com as pressões dinâmicas da tubulação existente, considerando-se o tempo de funcionamento de 24 horas, ao invés de 20 horas, conforme previsto na concepção original do projeto (SRH/PIVOT. Fortaleza, 1996).

A composição do sistema adutor, além da derivação, constará de: uma ETA compacta de filtração ascendente, com taxa de filtração de 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia; cinco elevatórias de água tratada, contando com dois conjuntos motor-bomba, cada; 18,4 km de tubulação de PVC DEFOFO com diâmetros de 100 e 150 mm, sendo que será aproveitada a tubulação existente que interliga o REL de Otavilândia até Delmiro Gouveia (PVC DN 100 mm e L = 2,5 km); sistema de reservação existente, que será aproveitado, composto por dois reservatórios elevados em Pires Ferreira (REL 1 e REL 2) com capacidade para armazenar 150 m<sup>3</sup>, um reservatório elevado em Otavilândia com capacidade de 65 m<sup>3</sup> e um reservatório elevado em Marruás dos Rosas com volume de 22 m<sup>3</sup>, sendo necessário a construção de um reservatório elevado de distribuição em Delmiro Gouveia com capacidade de 100 m<sup>3</sup>; e um reservatório elevado de lavagem dos filtros da ETA com capacidade de 50 m<sup>3</sup>.

### **III.3.3 - Situação do Licenciamento Ambiental**

Baseada nas premissas preconizadas pela Política Nacional do Meio Ambiente, a Resolução CONAMA n° 001, de 3 de janeiro de 1986, exige a princípio, para projetos de abastecimento d'água, a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto no Meio Ambiente (EIA/RIMA). Tal estudo deverá ser submetido à aprovação do órgão estadual competente, no caso a SEMACE, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em caráter supletivo, devido à implementação de projetos de abastecimento d'água se enquadrar como atividade modificadora do meio ambiente. Dependendo do porte, natureza e peculiaridades apresentadas pelo projeto de abastecimento d'água e das características do meio ambiente na região onde este será implantado, o EIA/RIMA pode vir a ser substituído por um Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA), ou até mesmo ser descartado visto que a Resolução CONAMA n° 005, de 15 de junho de 1988, só exige estudos de impacto ambiental para as obras de saneamento cuja vazão captada seja superior a 20,0% da vazão mínima regularizada pelo manancial hídrico, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água.

O processo de licenciamento instituído pela Lei n° 6.938, de 13 de agosto de 1981, e regulamentado pelo Decreto n° 88.351, de 01 de junho de 1983 e pela Resolução CONAMA n° 237, de 19 de dezembro de 1997 é executado em três etapas distintas: a fase preliminar e de planejamento - Licença Prévia, a de autorização da implantação do empreendimento - Licença de Instalação e a de funcionamento da atividade - Licença de Operação.

O pedido de licenciamento deve ser encaminhado à SEMACE pelo órgão empreendedor do projeto, através do preenchimento de um modelo de requerimento padrão fornecido por esta superintendência, ao qual deve ser anexado uma descrição sintética do projeto de engenharia com sua respectiva documentação cartográfica. Após vistoria de inspeção no local onde será instalado o empreendimento, a SEMACE emite o termo de referência para a execução do EIA/RIMA ou do Estudo de Viabilidade Ambiental, ou dispensa a execução de estudos ambientais, conforme for o caso.

O pedido de licenciamento, em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão, será objeto de publicação resumida, paga pelo órgão empreendedor, no Diário Oficial do

Estado e em jornal de grande circulação regional ou local, conforme reza a Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986. No caso específico do empreendimento ora analisado, o empreendedor, já solicitou o pedido de licenciamento ambiental à SEMACE.

### III.4 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

#### III.4.1 - Metodologia Adotada

O método de avaliação adotado para a análise ambiental do projeto será uma listagem de controle (checklist) escalar. Consiste numa lista de todos os parâmetros e fatores ambientais que podem ser afetados pela implantação e operação do empreendimento, acrescidas da atribuição de uma escala de valores subjetivos aos parâmetros. O referido método atribui valores numéricos ou em forma de símbolos (letras e sinais) para cada fator ambiental, permitindo assim que sua avaliação qualitativa.

Desta forma, os impactos ambientais identificados serão discriminados de modo sistemático na checklist, considerando o seu caráter benéfico ou adverso, à nível dos meios abiótico, biótico e antrópico. Na análise dos impactos serão considerados os critérios de extensão; natureza; horizonte temporal, ou seja, a partir de quanto o impacto passa a ocorrer; reversibilidade; intensidade e duração/periodicidade, sendo adotado os seguintes indicadores:

Extensão: **1** - Restrita a área parcial dentro do projeto; **2** - Abrange toda a área do projeto; **3** - Abrange a área do projeto e atinge parcialmente a área de influência funcional; **4** - Abrange a área do projeto e atinge toda a área de influência funcional; **5** - Abrange a área de influência funcional do projeto e **6** - Abrange parcialmente a área do projeto e a área de influência funcional;

- Natureza: ..... **D** (Direto) e **I** (Indireto)
- Horizonte Temporal: ..... **i** (Imediatamente)  
**m** (A médio prazo)  
**l** (A longo prazo);
- Reversibilidade: ..... **R** (Reversível) **Ir** (Irreversível);
- Intensidade: ..... **F** (Fraco) **M** (Médio) **Ft** (Forte);
- Duração/Periodicidade: ..... **T** (Temporário)  
**Tc** (De curta duração),  
**Tm** (De média duração),  
**TI** (De longa duração),  
**P** (Permanente) e **C** (Cíclico).

Objetivando melhorar a visualização da dominância do caráter dos impactos na checklist, o método adota a prática de colorir de verde os impactos benéficos e de vermelho os adversos. As tonalidades forte, média e clara dessas cores indicam, respectivamente, a importância significativa, moderada ou não significativa do impacto. Complementando a análise empreendida é designada a probabilidade de ocorrência dos impactos como alta, média e baixa.

### **III.4.2 - Checklist de Avaliação dos Impactos**

A checklist de identificação e avaliação dos impactos ambientais concernentes ao Projeto do Sistema Adutor Pires Ferreira é apresentada no [Tabela III.3](#). Os impactos foram lançados segundo as etapas do empreendimento (implantação e operação), considerando os meios abiótico, biótico e antrópico.

### **III.4.3 - Identificação dos Impactos Ambientais**

A maior parte dos impactos adversos concernentes ao projeto do sistema adutor, ora em análise, estão restritos à etapa de implantação das obras de engenharia, sendo provenientes da limpeza do terreno e das escavações de valas para instalação das tubulações do sistema de adução, apresentando pequena magnitude e curta duração.

As principais degradações impostas por estas atividades são: erradicação da vegetação e conseqüente expulsão da fauna, impacto que pode ser considerado pouco relevante, visto que o sistema adutor se desenvolve integralmente em faixas de domínio de rodovias, cujas coberturas vegetais são alvo de roços periódicos, encontrando-se praticamente erradicadas, sendo observado apenas a presença de um capeamento gramíneo/herbáceo e arbustos esparsos; desencadeamento de processos erosivos e conseqüente geração de turbidez e assoreamento dos cursos d'água das áreas circunvizinhas, e instabilidade dos taludes das valas escavadas, dado a pouca consistência do solo em determinados pontos. Haverá, também, geração de poeira e ruídos numa escala considerável.

Quanto a alterações no regime hidrológico da fonte hídrica, ressalta-se que as vazões incrementais requeridas para o suprimento dos núcleos urbanos de Pires Ferreira, Delmiro Gouveia, Otavilândia e Marruás dos Rosas podem ser consideradas irrelevantes para o porte do açude Araras, fonte hídrica do Sistema Adutor de Ipu do qual derivará a adutora de Pires Ferreira. Tendo em vista a inclusão das novas demandas ao sistema existente, foi observado uma limitação no que se refere às características da tubulação. Visando contornar esse empecilho, deverão ser feitas algumas alterações no referido sistema, tais como: aumento no tempo de horas de funcionamento para até 24 horas; instalação de equipamentos de proteção contra transientes hidráulicos ao longo da linha (trecho entre a EE 2 e a EE 3); e substituição dos equipamentos de bombeio da EE 1 e EE 2, para atender as novas condições. Não se faz necessário, portanto, a imediata ampliação da reservação em Otavilândia, nem são esperadas alterações significativas no regime hidrológico da fonte hídrica.

Não foram constatados endemismos na composição da vegetação ou da fauna, e as áreas previstas para as obras do empreendimento não atingem áreas tidas como de relevante interesse ecológico (unidades de conservação, patrimônio histórico e áreas indígenas). No que se refere ao patrimônio arqueológico, o território do município de Pires Ferreira não conta com evidências arqueológicas registradas pelo órgão competente, no caso o IPHAN. Apesar disto, deverá ser analisada a necessidade de implementação de prospeções arqueológicas antes do início das obras.

Quanto aos impactos relativos aos riscos de rebaixamento do manancial que servirá de fonte hídrica para o empreendimento (açude Araras) a níveis considerados críticos, caso sejam efetuados bombeamentos excessivos em período de estiagem ou pelo aumento da demanda industrial, estes já

foram contemplados no escopo do Projeto do Sistema Adutor de Ipu, não havendo alterações significativas no regime hidrológico com o incremento das vazões a serem aduzidas para o abastecimento dos núcleos urbanos de Pires Ferreira, Delmiro Gouveia, Otavilândia e Marruás dos Rosas. Ademais, o Estado do Ceará conta com um sistema de controle e gerenciamento dos recursos hídricos, centrado no estabelecimento de outorgas e tarifação da água, havendo um planejamento anual do uso da água a nível de bacias hidrográficas. Reforçando o exposto, o abastecimento d'água para consumo humano é garantido legalmente, sendo prioritário dentre os demais usos de um manancial.

Tendo em vista que o distrito de Otavilândia situa-se às margens do açude Araras, e pelo fato do mesmo não dispor de sistema de esgotamento sanitário, deve ser esperado um aumento nos efluentes sanitários com o incremento no abastecimento d'água após a implantação da adutora. Esse mesmo impacto deve ser esperado nas outras comunidades atendidas como Pires Ferreira, Delmiro Gouveia e Marruás dos Rosas, os dois últimos situados a pouco mais de 3 km do lago do açude. Para sanar esse problema, deve ser implantado um sistema adequado de coleta e tratamento de esgoto e dos resíduos sólidos (rede coletora, lagoa de estabilização, aterro sanitário e etc.), nessas localidades, como forma de reduzir os riscos de poluição da fonte hídrica. É relevante salientar que a área do projeto está situada numa área com pouca cobertura de solo (Embasamento Cristalino), impossibilitando o uso de fossas sépticas como solução para o sistema de esgotamento sanitário. Com isso, torna-se imprescindível a implantação de um sistema público coletivo de coleta e tratamento dos efluentes domésticos da população residente nas referidas localidades.

Quanto ao meio antrópico da área das obras, como este é representado apenas pelo contingente obreiro e pelos usuários das vias em cujas faixas de domínio o sistema adutor se desenvolverá, os impactos adversos são atribuídos aos riscos de acidentes a que estão sujeitos os operários durante a implantação do empreendimento, decorrentes do solapamento de taludes de valas, de picadas de animais peçonhentos durante a execução da limpeza do terreno e de atropelamentos durante a execução das obras nos trechos onde estas se desenvolvem ao longo de vias com fluxo de tráfego mais elevado. Aliado a isso, há os transtornos causados pelos empecilhos causados ao fluxo normal de veículos e aos deslocamentos de pedestres, dado a execução das obras ao longo das faixas de domínio das rodovias. Tendo em vista o grande movimento de veículos e máquinas pesadas haverá riscos de atropelamentos dos transeuntes, além da geração de poeira e ruídos com reflexos negativos sobre a opinião pública, em especial os usuários das rodovias. Ressalta-se, que o empreendimento não incorrerá em desalojamento de populações, já que os terrenos onde serão implantadas as obras não são habitados.

Em contrapartida, os benefícios advindos da implantação do sistema adutor, decorrem do fornecimento de vazão regularizada atendendo uma população de 5.162 habitantes no horizonte do projeto (ano 2032). Atualmente os núcleos urbanos de Pires Ferreira, Delmiro Gouveia e Otavilândia, apesar de contarem com sistemas de abastecimento d'água, uma parcela de suas populações tem que



recorrer a captação de água em poços rasos, raramente artesianos, sendo elevados os riscos de contaminação destas águas por efluentes domésticos. Além disso, os sistemas existentes são precários, com este quadro sendo agravado durante os períodos de estiagens, dado a redução dos volumes acumulados nos mananciais hídricos e da depleção dos aquíferos a níveis considerados críticos. Será bastante relevante o impacto causado ante a opinião pública, tendo em vista os anseios das comunidades em terem suas condições de vida melhoradas pelo fornecimento de água regularizado. Dentre os benefícios que serão auferidos pelos núcleos urbanos cita-se:

- Redução das taxas de mortalidade, principalmente a infantil, e do número de crianças com retardo de crescimento;
- Redução da incidência de doenças de veiculação hídrica (cólera, febre tifóide, verminoses, esquistossomose, leptospirose, disenteria amebiana, entre outras) ou de origem hídrica, tais como a metahemoglobinemia (doença azul);
- Desenvolvimento econômico das localidades propiciado pelo fornecimento d'água regularizado, condição imprescindível para a instalação de indústrias e de atividades terciárias, com destaque para o turismo, o que terá reflexos positivos sobre a geração de empregos e renda.

Durante a implantação das obras haverá, ainda, incrementos das atividades da indústria da construção civil, resultando numa elevação da oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada e no aumento da demanda por material de construção, madeira, tubulações, eletrobombas, equipamentos hidráulicos e alimentos, entre outros, beneficiando o setor terciário e a arrecadação tributária.

### **III.5 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL PRECONIZADAS**

#### **III.5.1 - Generalidades**

A implantação e operação de projetos de adutoras está associada, em geral, apenas à geração de impactos adversos de pequena magnitude, cuja duração encontra-se restrita ao período de implantação das obras, não requerendo a implementação de medidas de proteção ambiental por parte do órgão empreendedor, além daquelas normalmente já consideradas dentro do âmbito dos projetos de engenharia ou exigidas pela legislação trabalhista.

Tal situação decorre do fato das adutoras serem normalmente implantadas em faixas de domínio de rodovias, áreas já pertencentes ao Estado, que devem permanecer livres de ocupação e serem alvo de roços periódicos, não requerendo, portanto, desapropriações de terras, relocações de populações, paralisações de atividades produtivas, ou erradicação de suas coberturas vegetais.

Desta forma, as medidas de proteção ambiental a serem implementadas na ocasião da implantação do projeto estão praticamente restritas a adoção de normas de segurança no trabalho, limpeza da área das obras, sinalização adequada e controle do tráfego afluente às rodovias nos trechos onde estão sendo implementadas as obras e, manutenção da infra-estrutura implantada, cujas diretrizes básicas são delineadas a seguir. Tendo em vista a proximidade das comunidades beneficiadas com o açude Araras, foi previsto, ainda como medida mitigadora, a implantação de sistemas públicos de coleta e

tratamento de esgotos, como destino final dos efluentes sanitários em Pires Ferreira, Otavilândia, Delmiro Gouveia e Marruás dos Rosas.

Com base nessa premissa, ficará a cargo da empreiteira e da SRH a implementação das medidas aqui sugeridas, cabendo ao órgão ambiental competente, no caso a SEMACE, supervisionar todas as etapas de implantação, assim como auxiliar na orientação dos serviços a serem executados.

Ressalta-se que as medidas que estão associadas à proteção do manancial hídrico que atenderá o empreendimento (açude Araras), tais como monitoramentos da qualidade da água represada e dos níveis do reservatório; e gerenciamento e controle do uso da água já são contempladas pela SRH e COGERH, órgãos responsáveis pela gestão dos RH do Estado do Ceará. Tendo em vista o pequeno porte do sistema adutor projetado, não se faz necessário ao nível do presente estudo, onerar a obra sugerindo medidas mais abrangentes a serem dispensadas ao açude Araras, tais como: manutenção da faixa de proteção do reservatório, educação ambiental, monitoramento da sedimentação, zoneamento de usos na área de entorno do reservatório, e estabelecimento de normas sanitárias do uso recreacional do açude. Tais medidas devem ser tratadas pelos órgãos gestores citados anteriormente, em conjunto com o comitê de usuários da bacia.

### **III.5.2 - Adoção de Normas de Segurança no Trabalho**

Durante a execução das obras de engenharia os riscos de acidentes com operários e a população são relativamente elevados, requerendo a adoção de regras rigorosas de segurança do trabalho. A empreiteira deverá dar palestras ilustrativas, educando os operários a seguirem regras rigorosas de segurança, esclarecendo-os sobre os riscos a que estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Tal medida visa evitar não só prejuízos econômicos, como também a perda de vidas humanas. Entre os cuidados a serem seguidos com relação à segurança pode-se citar os seguintes:

- Munir os operários de ferramentas e equipamentos apropriados a cada tipo de serviço, os quais devem estar em perfeitas condições de manutenção de acordo com as recomendações dos fabricantes;
- Dotar os operários de proteção apropriada (capacetes, cintos de segurança, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos, etc.), e tornar obrigatório o seu uso;
- Instruir os operários a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inconvenientes, advertindo-os para que pás, picaretas e outras ferramentas não permaneçam abandonadas sobre montes de terras, nas bordas de valas, sobre escoramentos, ou qualquer outro local que não seja o almoxarifado, nem mesmo durante a hora do almoço;
- Evitar o mau hábito de deixar tábuas abandonadas sem lhes tirar os pregos. São comuns os registros de problemas de saúde, devido infecção por tétano, causados por acidentes envolvendo pregos oxidados;
- Zelar pela correta maneira de transportar materiais e ferramentas;

- Evitar o uso de viaturas com os freios em más condições ou com pneus gastos além do limite de segurança, pois podem advir perdas de vidas por atropelamentos ou batidas;
- Atentar para a segurança com os pedestres nas áreas em que a obra se desenvolver próximo à residências, cercar todas as valas em que a situação local exigir, utilizando passarelas para as residências e sinalização noturna adequada, caso se faça necessário;
- Alertar sobre os riscos de fechamento do escoramento das valas escavadas na área, podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;
- Advertir quanto ao possível solapamento dos taludes em valas cheias d'água, podendo ocorrer danos à pessoas por afogamento;
- Colocar placas e cavaletes de aviso a fim de evitar acidentes com veículos;
- Estabelecimento de sinalização de trânsito nas áreas de aproximação das obras, nas vias de acesso e nos pontos de intersecção com outras vias, de modo a evitar acidentes com veículos.

A empreiteira deve manter os operários sempre vacinados contra doenças infecciosas, tais como tétano e febre tifóide. E alertá-los a efetuarem, após o serviço, a higiene pessoal com água e sabão em abundância, como forma de combater as dermatoses. Deve, também, efetuar um levantamento prévio das condições da infra-estrutura regional do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso de ocorrerem acidentes.

A adoção de normas de segurança no trabalho é uma exigência da legislação trabalhista devendo ser cumprida pela empreiteira sem ônus para o empreendimento.

### **III.5.3 - Limpeza da Área das Obras**

A área das obras do empreendimento ora em análise, deverão ser objeto apenas de uma limpeza dos terrenos, uma vez que o sistema adutor desenvolve-se integralmente em faixas de domínio de rodovias, as quais são alvo de roços periódicos. De um modo geral, a cobertura vegetal das áreas das faixas de domínio das rodovias onde serão instaladas as obras encontra-se erradicada, sendo substituída por um capeamento gramíneo/herbáceo e arbustos esparsos.

Tendo em vista que a área das obras apresenta cobertura vegetal praticamente erradicada, o plano de ações a ser implementado deverá ter como objetivos além da limpeza do terreno propriamente dita, promover a proteção dos trabalhadores contra acidentes com animais, principalmente, os peçonhentos.

Os responsáveis pela operação de desmatamento do terreno deverão, antes do início desta atividade, manter contato com postos de saúde da região, certificando-se da existência de pessoal treinado no tratamento de acidentes ofídicos, bem como de estoque de soros antiofídicos.

Deverá ser divulgado junto aos operários e à população periférica, as principais medidas de prevenção de acidentes com animais peçonhentos. Caso ocorra acidentes com cobras, devem ser adotadas as seguintes medidas de primeiros socorros: não amarrar ou fazer torniquete para impedir a circulação

do sangue; não cortar o local da picada, nem colocar qualquer tipo de substância sobre o ferimento; manter o acidentado deitado em repouso e evitar que este venha a ingerir querosene, álcool ou fumo; levar o acidentado para o serviço de saúde mais próximo onde deve ser ministrado soro específico. A serpente agressora deve ser capturada, para que possa ser identificado com mais segurança o tipo de soro a ser adotado, e ser encaminhada ao Laboratório de Ofiologia de Fortaleza (LAROF). A implementação desta medida ficará a cargo da empreiteira, sob a supervisão da SRH, estando seus custos já previstos no projeto de engenharia.

#### **III.5.4 - Manutenção da Infra-Estrutura Implantada**

As obras de engenharia relativas a sistemas de adução são projetadas para terem longa duração, mas freqüentemente apresentam sinais de deterioração com pouco tempo de implantação. Assim, com vistas ao funcionamento eficaz das infra-estruturas implantadas, devem ser efetuadas manutenções rotineiras e reparos de danos não previstos, ficando esta atividade a cargo da concessionária local.

A manutenção do sistema adutor ora projetado refere-se, sobretudo, a vistorias periódicas nas tubulações, as quais devem ser alvo de recuperação sempre que se detecte vazamentos ou a ação de vândalos. Uma boa manutenção exige um perfeito conhecimento da rede e uma competente equipe de trabalho, adequadamente equipada.

Quanto aos conjuntos eletromecânicos das estações elevatórias, estes deverão ser operadas por pessoal treinado, sendo efetuadas revisões nos motores elétricos a cada ano e recondicionamento a cada 5 anos. A manutenção da infra-estrutura implantada deverá ficar a cargo da concessionária local, estando seus custos já previstos no projeto de engenharia.

#### **III.5.5 - Sinalização e Controle de Tráfego**

A fase de implantação das obras do sistema adutor, sobretudo das tubulações, requer a abertura de valas ao longo das faixas de domínio das rodovias, provocando a interrupção parcial do trânsito de veículos. Visando causar, o mínimo possível de inconvenientes aos usuários das rodovias, em especial ao escoamento das produções das atividades econômicas, bem como evitar acidentes envolvendo o contingente obreiro ou os usuários das vias, recomenda-se o estabelecimento de sinalização adequada e o controle do fluxo de tráfego nos pontos onde estão sendo desenvolvidas as obras de modo a preservar a segurança dos usuários. A presente medida deverá ser efetivada pela empreiteira, sempre levando em conta as orientações do DERT, estando seus custos previstos no orçamento do projeto de engenharia.

Ressalta-se por fim que, no caso específico de intersecção das rodovias pelo sistema adutor, o projeto prevê a travessia subterrânea, não incorrendo em transtornos ao tráfego afluyente à rodovia.

#### **III.5.6 - Implantação de Sistema de Esgotamento Sanitário nas Localidades Beneficiadas**

Esta medida refere-se à implantação de sistemas públicos de coleta e tratamento de esgotos, nas localidades beneficiadas com o fornecimento d'água, as quais encontram-se a distâncias reduzidas do manancial hídrico, no caso o açude Araras (Otavilândia - nas margens do açude; Delmiro Gouveia e

Marruás dos Lopes - pouco mais de 3 km; e Pires Ferreira - menos de 15 km). Atualmente, o destino final dos efluentes sanitários dessas comunidades resume-se a fossas rudimentares ou escoamento a céu aberto.

Convém ressaltar que a presente medida tem como respaldo o fato dessas localidades encontrarem-se assentes sobre terrenos do embasamento cristalino, o qual constitui uma zona de baixa vulnerabilidade à poluição.

O aumento na geração de efluentes, esperado com o incremento na oferta d'água a essas comunidades, e a proximidade das mesmas ao reservatório justificam a implantação dessa medida, que visa preservar o manancial do aporte de efluentes sanitários não tratados. Os custos inerentes à implantação da mesma já foram contemplados no projeto de engenharia, e a responsabilidade caberá ao órgão empreendedor.

### **III.6 - O ATUAL PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO NÍVEL DOS RESERVATÓRIOS REALIZADO PELA COGERH**

O controle sistemático da quantidade e qualidade da água dos reservatórios é de fundamental importância para a garantia dos empreendimentos localizados a jusante e o controle de atividades poluidoras em uma bacia hidrográfica, haja vista a destinação da água a ser reservada.

O programa de monitoramento da qualidade da água desenvolvido pela COGERH, em conjunto com a SEMACE, encontra-se compartmentado em quatro projetos, quais sejam:

1. Monitoramento Indicativo dos Níveis de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará;
2. Monitoramento da Qualidade da Água Ofertada pelos Principais Açudes e Vales Perenizados do Estado do Ceará (em processo de implantação);
3. Monitoramento Intensivo da Qualidade da Água Ofertada pelos Principais Açudes das Bacias Metropolitanas e pelas Transferências Hídricas para o Abastecimento da RMF (em processo de implantação);
4. Monitoramento da Bacia Hidráulica dos Principais Açudes das Bacias Metropolitanas (em processo de implantação).

Durante o mês de abril de 2001 foram coletadas amostras d'água em 114 açudes gerenciados pela COGERH, pelos técnicos que compõem o Departamento de Monitoramento, com efetiva participação das Gerências Interioranas, para atender o projeto 1 - Monitoramento Indicativo dos Níveis de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará, que tem a frequência de realização trimestral.

Os resultados obtidos das amostras d'água coletadas marcam a primeira campanha de qualidade de água do ano 2001 em parceria entre as instituições COGERH e SEMACE, que têm interesse pela qualidade da água, uma por ter a atribuição de gestora dos recursos hídricos e a outra, por ter atribuição de controlar a qualidade ambiental. De uma maneira resumida pode-se afirmar que esta parceria se realiza da seguinte forma: a COGERH se responsabiliza pela coleta das amostras de água e

pela difusão dos resultados, enquanto que a SEMACE se responsabiliza pela realização dos ensaios de laboratório.

Para aqueles açudes que permaneciam liberando água na data da coleta, a amostra foi coletada à jusante da tomada d'água, enquanto que para aqueles que não estavam liberando água, a amostra foi coletada na margem da bacia hidráulica do respectivo açude.

Tanto a análise de cloretos quanto a condutividade elétrica, foram efetuadas em laboratório pelo método Argentométrico, que consta no "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" da AWWA, enquanto que o parâmetro Condutividade Elétrica foi feita pelo método potenciométrico.

### **III.7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade ambiental do Projeto do Sistema Adutor de Pires Ferreira. É característico de projetos de adutoras, que suas implementações estejam associadas apenas à geração de impactos adversos de pequena magnitude sobre o meio ambiente, os quais, em geral, não exigem a incorporação de medidas de proteção ambiental por parte do órgão empreendedor.

Com efeito, a implantação do empreendimento não resultará em prejuízos para o meio natural, nem para o meio antrópico, uma vez que o sistema adutor se desenvolve integralmente na faixa de domínio de rodovias, o que é característico deste tipo de empreendimento. Ressalta-se, no entanto, que a maior parte dos impactos adversos incidentes são de pequena magnitude, além de terem duração restrita ao período de implantação das obras.

Sob o ponto de vista de um balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, merece ressalva o fato do custo de oportunidade da área a ser ocupada pelas obras se considerado nulo, uma vez que as áreas das faixas de domínio de rodovias não podem ser exploradas economicamente, não incorrendo em desemprego da mão-de-obra. Além disso, o projeto não requer a desapropriação de grandes glebas de terras, e nem resultará na relocação de famílias.

Em contrapartida, o fornecimento d'água regularizado em núcleos urbanos, onde uma parcela representativa da população utiliza-se de poços ou de outras fontes externas para suprimento hídrico, estando sujeita a ingestão de água poluída, uma vez que estas localidades apresentam um elevado percentual de domicílios desprovidos de instalações sanitárias ou que fazem uso de fossas rudimentares, por si só justifica a implementação do empreendimento. Dentre os benefícios que serão auferidos cita-se: melhoria do padrão de saneamento domiciliar vigente, principalmente da parcela da população com menor poder aquisitivo; redução da incidência de doenças de veiculação hídrica, evitando o sobrecarregamento da infra-estrutura do setor saúde; redução das taxas de mortalidade, principalmente a infantil; e aumento das possibilidades de desenvolvimento econômico da região propiciado pela garantia de fornecimento d'água regularizado.

Quanto às alterações impostas ao meio natural, envolvendo os sistemas geofísico, atmosférico e biológico, dada as características apresentadas pela área onde deverá ser implementado o empreendimento, estes impactos, são pouco relevantes, não chegando a representar conseqüências

sérias. Desta forma, as medidas de proteção ambiental sugeridas, se restringem ao estabelecimento de regras rigorosas de segurança no trabalho, a serem seguidas pelos operários da empreiteira durante a implantação das obras; limpeza das áreas das obras; manutenção da infra-estrutura implantada; sinalização adequada e controle do tráfego de veículos afluente aos trechos das rodovias onde estão sendo desenvolvidos os trabalhos; e implantação de sistemas públicos de esgotamento sanitário nas localidades beneficiadas. Com a adoção das medidas sugeridas, boa parcela dos impactos adversos incidentes serão mitigados, beneficiando não apenas o meio ambiente em si, como também a própria integridade do empreendimento.

A seguir apresentamos a Ficha Resumo da Análise Ambiental do Sistema Adutor Pires Ferreira.

## **IV - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA**



## IV - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA

### IV.1 - INTRODUÇÃO

O presente capítulo trata da viabilidade financeira e econômica do projeto em questão.

Conforme estabelece o Manual Operativo do PROÁGUA/Semi-árido (2ª Edição. Abril/2000), a aprovação desse RFV estará condicionada aos seguintes indicadores econômicos e financeiros:

- Taxa Interna de Retorno Econômico (TIRE) de pelo menos 12%;
- Cobrança pelo uso da água mediante tarifas que cubram 100% dos custos de O&M e, pelo menos, 25% dos custos de investimento;
- Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIRF) maior que -5%, considerando a totalidade dos custos de O&M, bem como todos os investimentos;
- Período de reembolso projetado para 30 anos;
- Valor das tarifas de água (projetado) inferiores a 15% da renda dos domicílios;
- Subsídio (doações ou contribuições monetárias necessárias para que a TIRF de uma determinada obra alcance 12%) menor que o equivalente a 75% do custo do investimento, desde que não superior a US\$ 200,00 por habitante, ao longo da vida útil do projeto.

### IV.2 - METODOLOGIA

A metodologia para a avaliação financeira e econômica de que trata esse capítulo está descrita no ANEXO 2.E do Manual Operativo do PROÁGUA/Semi-árido (2ª Edição Abril/2000).

### IV.3 - AVALIAÇÃO FINANCEIRA

#### IV.3.1 - Conceitos Básicos

A avaliação financeira de um projeto investiga o retorno aos investimentos, valorando os custos e os benefícios a preços de mercado. Consideram-se, assim, todos os custos (investimentos e operacionais) e receitas, avaliados com base nos preços de mercado, incluindo impostos ou subsídios. Como se trata de uma análise de investimento, envolvendo, portanto, um horizonte temporal, os preços devem ser expressos em **termos reais**, isto é, em relação a um determinado ponto no tempo. Nessa análise, todos os valores monetários foram expressos em **Reais de Julho de 2001**.

A rigor, a análise financeira de um projeto ou empreendimento estima o impacto que a sua implementação exercerá sobre a situação atual da empresa, firma ou mercado. A mensuração deste impacto é feita através da ótica incremental. Segundo esta ótica, o impacto do projeto é expresso pela diferença entre a situação **com o projeto** e a situação **sem o projeto**. Gera-se, portanto, um fluxo incremental, que expressa o impacto **do projeto**.

Desta forma, se o objetivo for mensurar o retorno aos investimentos **do projeto**, cria-se um **fluxo de caixa incremental**, a partir do qual calculam-se os indicadores de rentabilidade desejados (taxa

interna de retorno, relação benefício/custo, valor presente líquido, entre outros). Isto, naturalmente, requer a quantificação de várias variáveis para as situações **sem e com o projeto**.

#### **IV.3.2 - Projeção da População Alvo**

Com o propósito de estimar a demanda de água para as comunidades alvo do projeto “Adutora de Pires Ferreira”, projetou-se, inicialmente, a população urbana destas localidades (sede municipal de Pires Ferreira e os distritos de Delmiro Gouveia, Otavilândia e Marruás dos Rosas), considerando-se os dados populacionais dos censos de 1991, 1996 e 2000, contagem populacional e informações da Prefeitura Municipal, e modelos estatísticos apropriados às projeções de população.

##### *3.2.1 - Os modelos estatísticos considerados*

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

##### **a) Modelo Linear**

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

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

$P_n$  = população da localidade no n-ésimo ano;

$x_n$  = número de anos entre  $T_n$  e  $T_0$  ( $x = T_n - T_0$ );

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,

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

##### **c) Modelo Exponencial**

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

#### d) Modelo Logarítmico

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

$$P_n = a + b \ln(x_n)$$

#### 3.2.2 - Os modelos estatísticos ajustados e escolha do modelo para a previsão de população

Os dados básicos empregados nas análises estão apresentados no QUADRO IV.3.1, a seguir. Foram feitos ajustamentos econométricos apenas para a sede municipal de Pires Ferreira, pois (i) não existe série histórica censitária para Otavilândia e Marruás dos Rosas, (ii) a informação censitária de Delmiro Gouveia, relativa ao censo de 1961, apresenta-se, de certa forma, “inconsistente” em relação aos dados relativos aos censos de 1996 e 2000, talvez em função da mudança de nome (anteriormente chamava-se Santo Izidro) e (iii) exceto Marruás dos Rosas, trata-se de comunidades de mesmo porte, em termos populacionais.

**QUADRO IV.3.1 - Dados Censitários**

Localidades	Anos Censitários		
	1991	1996	2000
Pires Ferreira	968	1.057	1.169
Delmiro Gouveia*	388	802	852
Otavilândia	ND	ND	879
Marruás dos Rosas**	ND	ND	315
<b>Total</b>	<b>1.356</b>	<b>1.859</b>	<b>3.215</b>

\*Anteriormente, denominado de Santo Izidro

\*\*Estimado conforme informações obtidas junto à Prefeitura de Pires Ferreira e contagem de casas

Após os ajustamentos, selecionou-se o modelo estatístico que melhor expressou a tendência histórica do crescimento populacional, considerando os valores populacionais censitários relativos aos anos de 1991, 1996 e 2000, obtidos junto à Fundação IBGE. Os valores do coeficiente  $R^2$  associado a cada regressão e a representatividade das taxas estimadas foram os critérios utilizados para escolher o modelo estatístico a ser empregado nas projeções.

O QUADRO IV.3.2, a seguir, apresenta os modelos estatísticos ajustados, os respectivos coeficientes  $R^2$ , os valores populacionais observados (conforme os censos) e projetados, empregando-se cada um dos modelos estudados para a sede municipal Pires Ferreira.

**QUADRO IV.3.2 - Modelos Econométricos Ajustados - Pires Ferreira**

Discriminação	Equação ajustada	Coeficiente R <sup>2</sup> (%)	População do período de ajuste		
			1991	1996	2000
Censo IBGE			968	1.057	1.169
Linear	$P=717,69+22,148 x$	98,32	961	1.072	1.161
Potência	$P=459,988 x^{0,30721}$	96,64	961	1.078	1.155
Exponencial	$P=766,014 e^{0,020825 x}$	98,94	963	1.069	1.162
Logarítmica	$P=177,33+325,98 \ln x$	95,60	959	1.081	1.154

Com base nestes resultados e nos critérios de escolha indicados anteriormente, selecionou-se o modelo Linear para Pires Ferreira ( $R^2 = 98,32$ ).

### 3.2.3 - Taxas de Crescimento Populacional

Com base no modelo selecionado, foram calculadas taxas geométricas médias de crescimento, apresentadas no QUADRO IV.3.3, a seguir, conforme os períodos, as quais serão empregadas para projetar a população futura das comunidades a serem beneficiadas pelo projeto.

**QUADRO IV.3.3 - Taxas de crescimento geométrico da população urbana nas comunidades alvo do projeto**

Períodos	Taxas Crescimento Estimadas/Propostas	
	Estimada	Proposta
1996/2000	2,5498	2,5498
2001/2005	1,8221	1,8221
2006/2010	1,6699	1,6699
2011/2015	1,5412	1,5412
2016/2020	1,4309	1,4309
2021/2025	1,3353	1,3353
2026/2032	1,2441	1,2441
<b>2001/2033</b>	<b>1,4780</b>	<b>1,4780</b>

### 3.2.4 - Projeção da População Beneficiária do Projeto

O QUADRO IV.3.4 apresenta as projeções de população para as comunidades alvo do projeto. Para cada localidade, essas projeções consideram a população de 2000, conforme dados do QUADRO IV.3.1 e as taxas de crescimento demográfico propostas, anteriormente.

### **IV.3.3 - Projeções de Demanda**

#### **3.3.1 - Situação Sem Projeto**

Representa a realidade atual, onde existem populações ligadas e populações não conectadas à rede pública de água nas localidades alvo do projeto, atualmente.

Para os conectados, a demanda para a situação sem projeto foi estimada considerando-se o consumo médio per capita e o nível médio de cobertura atuais, obtidos junto à companhia operadora (SAAE-Pires Ferreira), nas comunidades que possuem sistema público de abastecimento de água, relativos aos últimos doze meses, e a população do ano de 2001.

Para os não ligados (em todas as comunidades), considerou-se o consumo médio atual, estimado com base no estudo “Execução de Serviços Técnicos Sobre a Demanda de Água no Nordeste”, pesquisa encomendada pelo Banco do Nordeste e realizada pela PBLM Consultoria, em 1997, e nas fontes alternativas atuais de abastecimento de água, identificadas através de pesquisa socioeconômica domiciliar realizada na área, em Outubro de 2001. Conforme referida pesquisa domiciliar, 31,48% das famílias não ligadas das comunidades beneficiadas usam “poço” como forma de aquisição de água, 64,81% “buscam água” e 3,71% compram água. Desta forma, o consumo per capita médio ponderado de água de fontes alternativas nestas comunidades seria de 53,70 l/habitante/dia.

A demanda de água para a situação sem projeto foi calculada multiplicando-se a população estimada pelo percentual relativo ao nível de cobertura atual vezes o consumo per capita médio atual da população ligada mais a população não ligada vezes o consumo per capita estimado. Este nível de demanda foi mantido constante durante todo o horizonte de análise do projeto, considerando que o sistema atual não permite expansão de oferta de água (QUADRO IV.3.5).

#### **3.3.2 - Situação Com Projeto**

Conceitualmente, a demanda de água para a situação com projeto para a população residente de uma dada localidade é calculada multiplicando-se o consumo per capita proposto, isto é, para a situação com o projeto, pela população de cada ano do horizonte de análise do projeto, vezes o nível de atendimento considerado possível de ser atingido.

Para todas as comunidades, inclusive a sede do município de Pires Ferreira, (com população menor de 5.000 habitantes), foi proposto nível de atendimento de 100%.

Para a cidade de Pires Ferreira, sede municipal, foi proposto o consumo per capita de 112,5 litros/habitante/dia, acrescido de um percentual de demanda de 5%, referente ao consumo não-residencial. Referido percentual foi estimado com base em valores encontrados em projetos semelhantes, relativos a outros consumos não domiciliares, para as cidades componentes da amostra do PMSS II, incluindo Crateús (coeficiente de 8,37%), Quixadá (7,79%), Maranguape (8,37%), Maracanaú (8,7%), Cascavel (8,26%), Aracati (7,11%), Itapipoca (9,3%) e Caruaru (8,10%). Desta

forma, nas projeções de demanda com projeto foi empregado o consumo per capita de 118 l/habitante/dia para referidas cidades.

Para as comunidades de Delmiro Gouveia e Otavilândia, distritos de Pires Ferreira, o consumo per capita proposto foi de 112,5 litros/habitante/dia e, finalmente, para pequena comunidade de Marruás dos Rosas, propôs-se consumo per capita de 90 litros/habitante/dia.

O QUADRO IV.3.6 resume os cálculos do fluxo de demanda de água para a situação com o projeto, conforme as comunidades beneficiadas.

#### **IV.3.4 - Projeções de Oferta**

##### *3.4.1 - Cenário Com Projeto*

A oferta para a situação com projeto foi calculada considerando-se a demanda com projeto e as perdas do sistema, que se situa, conforme informações da companhia operadora do sistema (Prefeitura de Pires Ferreira/SAAE), em 33,93%, atualmente. Com o projeto, este nível de perda foi, gradativamente, reduzido, estabilizando-se no nível de 25%, considerado aceitável para as condições operacionais das empresas estaduais de saneamento e recomendado pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO (QUADRO IV.3.7).

##### *3.4.2 - Cenário Sem Projeto*

Para a situação sem projeto, a oferta foi calculada considerando-se as populações ligadas e não ligadas à rede. Para a população ligada, a oferta é igual à demanda corrigida pelas perdas físicas atuais, isto é, as observadas na a situação sem o projeto (33,93%), as quais foram mantidas constantes durante todo o horizonte de análise. Para os não ligados, considerou-se a oferta igual à demanda (QUADRO IV.3.8).

#### **IV.3.5 - Investimentos Propostos**

Os investimentos propostos para o projeto, separados por tipo (serviços preliminares, captação, elevação, adução, ETA, reservação, distribuição, etc.) e desagregados em tubos e conexões, obras civis, equipamentos, serviços, etc., estão apresentados, a preços de mercado, em Reais de Julho de 2001, no QUADRO IV.3.9 e, em Dólares Americanos, no QUADRO IV.3.10.

Os investimentos incrementais relativos à rede de distribuição foram estimados considerando-se os fluxos populacionais incrementais, as ligações prediais incrementais e os custos médios por ligação e por pessoa incremental, estimados com base nos custos de rede de distribuição de projetos semelhantes.

Foram estimados também custos associados às medidas mitigadoras, envolvendo aterro sanitário manual e educação ambiental para todas as comunidades beneficiadas.

#### **IV.3.6 - Despesas Operacionais**

##### *3.6.1 - Cenário Sem Projeto*

Para os conectados à rede, os custos operacionais foram estimados com base nos custos observados nos últimos 12 meses de operação do sistema atual, administrado pela Prefeitura Municipal de Pires

Ferreira/SAAE. Nos cálculos, foram considerados os custos fixos e variáveis. Na quantificação dos custos variáveis, considerou-se o volume de água produzido (QUADROS IV.3.11 a IV.3.19).

### *3.6.2 - Cenário Com Projeto*

Os custos operacionais para a situação com projeto foram estabelecidos considerando-se os custos operacionais incrementais resultantes do novo sistema e os custos operacionais relativos à estrutura atual remanescente. Nos cálculos consideraram-se os custos fixos, que ocorrem mesmo quando o sistema está parado, isto é, independem do volume de produção anual, e os custos variáveis, que são proporcionais aos níveis de produção. Na quantificação dos custos variáveis, considerou-se o volume de água produzido (QUADROS IV.3.20 a IV.3.23).

### *3.6.3 - Custos Incrementais*

Os custos operacionais incrementais, isto é, do projeto, desagregados em fixos e variáveis, estão detalhados no QUADRO IV.3.24. Os custos variáveis foram estimados considerando-se a oferta de água (bruta) incremental.

## **IV.3.7 - Tarifas Médias**

### *3.7.1 - Para a Situação Sem Projeto*

Para esta situação, a tarifa foi calculada a partir das informações acerca do sistema atualmente em operação, relativas aos últimos de doze meses, nas comunidades beneficiárias, conforme procedimento explicitado no QUADRO IV.3.25.B. O valor estimado para a tarifa média foi de R\$0,3994/m<sup>3</sup>. No cálculo, consideraram-se as tarifas cobradas, atualmente, pela operadora (Prefeitura de Pires Ferreira/SAAE)

### *3.7.2 - Para a Situação com Projeto*

O cálculo da tarifa média para a situação com o projeto considerou o mesmo procedimento empregado para o cálculo da tarifa sem o projeto, considerando-se, porém, a estrutura tarifária atual da CAGECE. Foram realizadas várias simulações, envolvendo o aumento gradual da rede micromedida, para avaliar-se o impacto da expansão do índice de hidromederação nos níveis de subsídios necessários ao projeto (QUADRO IV.3.25.A). A tarifa média estimada foi de R\$0,5989/m<sup>3</sup>. A estrutura tarifária da CAGECE, vigente atualmente, esta apresentada no QUADRO IV.3.26.

## **IV.3.8 - Projeções de Receitas**

### *3.8.1 - Cenário Com Projeto*

O fluxo anual de receitas para a situação **com o projeto** foi estimado multiplicando-se a demanda de água anual com projeto pela respectiva tarifa média, descontando-se as perdas financeiras. No cálculo, considerou-se que o atual nível de perdas financeira, estimado em 61,67%, seria reduzido para o nível de 3% ao ano, sugerido pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO (QUADRO IV.3.27).

### *3.8.2 - Cenário Sem Projeto*

Para esta situação, o fluxo anual de receitas foi estimado pela multiplicação da demanda anual sem projeto da população ligada à rede pela respectiva tarifa média atualmente praticada,

descontando-se as perdas financeiras atuais (61,67%), as quais foram mantidas constantes para todo o horizonte de análise (QUADRO IV.3.28).

#### **IV.3.9 - Impacto Fiscal**

Com a implantação de um projeto, ocorre, em geral, o aumento de receitas e despesas. Como consequência, o setor público aumentará, naturalmente, a sua arrecadação através de impostos. Da mesma forma que para as outras variáveis, o impacto fiscal do projeto foi calculado pela ótica incremental, ou seja, pela diferença entre a situação com projeto e a situação sem projeto, considerando-se, em ambas as situações, tanto receitas como despesas.

Para o cálculo do aumento da arrecadação foram considerados percentuais médios de incidência de impostos tanto para os itens das despesas como sobre as receitas. No caso das despesas foi admitido o percentual de 30% sobre a folha de salários referente a tributos tais como FGTS e INSS. Sobre energia elétrica incide o ICMS, cuja tarifa é de 17%. Os produtos químicos trazem em seus preços pelo menos dois tributos: o IPI (cerca de 10%) e o ICMS (cerca de 15%). Sobre as receitas incidem alguns tributos, tais como Imposto de Renda, PIS, FINSOCIAL e outros, cujo total foi estimado em 15% (QUADRO IV.3.29).

#### **IV.3.10 - Usos e Fontes dos Recursos**

O quadro de usos e fontes dos recursos do projeto (QUADRO IV.3.30) apresenta-se dividido em duas partes: os investimentos (usos) e os financiadores (fontes). Na elaboração do referido Quadro, considerou-se que o projeto, conforme informações da firma consultora responsável pela elaboração do mesmo, seria implantado em um único ano.

#### **IV.3.11 - Custo da Água**

O custo da água disponibilizada foi calculado a partir do custo do capital (investimentos), despesas anuais de operação e manutenção e fluxo de oferta de água disponibilizada. Inicialmente, calculou-se o valor presente destas variáveis e, em seguida, as respectivas anualidades, considerando-se o horizonte de análise do projeto (30 anos de operação). O QUADRO IV.3.31 resume os cálculos efetuados.

#### **IV.3.12 - Fluxo de Caixa**

O fluxo de caixa do projeto representa um resumo de todos os cálculos realizados, considerando as situações com o projeto, sem o projeto e a incremental.

Conforme já conceituado, foram estimados os fluxos relativos às receitas, aos custos operacionais, aos investimentos e aos benefícios líquidos incrementais, importantes variáveis para estimar os indicadores de rentabilidade financeira (QUADRO IV.3.32).

#### **IV.3.13 - Indicadores Financeiros**

O QUADRO IV.3.33 apresenta os principais indicadores financeiros do projeto água. A taxa interna de retorno financeira, estimada em 0,16%, apesar de baixa, apresenta-se num nível aceitável,



quando se considera que se trata de um projeto de cunho, eminentemente, social e superior ao limite aceitável pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO (-5%).

O índice de cobertura dos investimentos, após pagamento dos custos de operação e manutenção, considerando as tarifas cobradas, é de 25,59%, superior ao limite (inferior) proposto pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO (25%).

Haverá necessidade de subsídios governamentais para o projeto. A tarifa necessária para que a TIR financeira seja igual a 12% é de R\$1,5010/m<sup>3</sup>. No entanto, o nível de subsídio por habitante é de apenas US\$94,66, bastante inferior ao limite aceitável pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO, que é de US\$200,00 por habitante. Além disso, a relação subsídio/investimento, estimada em 0,6849, indica que o nível de subsídio corresponde a 68,49% do valor dos investimentos, percentual inferior ao limite (superior) aceitável pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO (75%). Assim, a conclusão é de que o projeto é financeiramente viável.

#### **IV.3.14 - Análise do Projeto de Esgotamento Sanitário Isoladamente**

O QUADRO IV.3.34 apresenta o custo financeiro, expresso em Reais, do projeto de esgotamento sanitário que beneficiará a sede municipal de Pires Ferreira e as localidades de Delmiro Gouveia, Otavilândia e Marruás dos Rosas. O QUADRO IV.3.35 apresenta os custos financeiros, expressos em Dólares Americanos.

Os custos financeiros relativos aos custos de operação, administração e manutenção (OAM) do referido projeto de esgotamento sanitário podem ser observados nos QUADROS IV.3.36 e IV.3.37.

Com base nos fluxos de caixa apresentados no QUADRO IV.3.38, foram estimados os indicadores de viabilidade financeira do projeto de esgoto em estudo (QUADRO IV.3.39). A taxa interna de retorno de 5,01% apresenta-se como excelente, dado o caráter social do projeto. O nível de cobertura dos investimentos é da ordem de 49,09%, bastante superior ao limite sugerido pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO (25%). A tarifa a ser cobrada pela água para que a TIR seja de 12% é de R\$0,9744/m<sup>3</sup>, havendo, portanto, necessidade de subsídio tarifário. No entanto, a relação subsídio/investimento é de apenas 46,86% e o subsídio por habitante é de US\$39,40. A conclusão é que o projeto de esgotamento sanitário proposto para as comunidades a serem beneficiadas é financeiramente viável.

#### **IV.3.15 - Análise Conjunta dos Projetos Água e Esgoto**

O QUADRO IV.3.40 apresenta o fluxo de caixa, de forma conjunta, para os projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Os indicadores de viabilidade financeira, apresentados no QUADRO IV.3.41, indicam que os projetos são financeiramente viáveis, ou seja: Taxa interna de retorno de 2,27%, índice de cobertura dos investimentos de 34,48% (superior a 25% sugerido pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO), relação subsídio/investimento 30,15% (menos que o máximo de 75% sugerido pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO) e subsídio por habitante de US\$67,03, bastante inferior ao limite de US\$200/habitante indicado pelo PROÁGUA / SEMI-ÁRIDO.

## IV.4 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA

### IV.4.1 - Conceitos

Diferente da avaliação financeira, a avaliação econômica investiga a rentabilidade de um projeto público considerando o verdadeiro valor dos bens ou serviços e fatores de produção.

Neste sentido, os benefícios econômicos do projeto de abastecimento de água para consumo humano têm com base o valor relativo à disponibilidade adicional ou incremental de água para os usuários e os custos financeiros serão transformados em econômicos através de fatores de conversão.

Neste estudo de viabilidade econômica, utilizou-se o modelo SIMOP - Modelo de Simulação de Obras Públicas, desenvolvido pelos técnicos do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID. Este modelo calcula os benefícios do projeto com base na máxima disposição a pagar dos usuários por unidades incrementais de água.

No cálculo dos benefícios econômicos, estimados através do modelo SIMOP, são consideradas, também, as economias de recursos resultantes do abandono dos sistemas alternativos de água pelos novos usuários.

### IV.4.2 - Parâmetros Utilizados

#### 4.2.1 - Fatores de Conversão de Preços

Os fatores de conversão utilizados na transformação dos preços financeiros em preços econômicos são os mesmos utilizados nos estudos realizados no âmbito do Programa de Modernização do Setor de Saneamento - PMSS II, financiado pelo BIRD, ou seja:

- Mão de Obra Qualificada .....	0,81
- Mão de Obra Não Qualificada .....	0,46
- Materiais Nacionais e Importados .....	0,88
- Equipamentos Nacionais e Importados .....	0,80
- Produtos Químicos .....	0,83
- Energia Elétrica .....	0,97
- Fator de Conversão Padrão.....	0,94

#### 4.2.2 - Taxa Social de Desconto e Horizonte de Análise

A taxa social de desconto empregada nas análises foi de 12% ao ano, recomendada pelo BIRD para este tipo de projeto. O período de análise foi de 31 anos, sendo 1 (hum) para implantação do projeto, conforme informações da empresa consultora responsável pela elaboração do mesmo, e 30 anos de geração de benefícios (operação).

#### 4.2.3 - Elasticidade-Preço da Demanda

Neste estudo de avaliação econômica, através do modelo SIMOP, foi empregada a elasticidade preço da demanda de água de - 0,55021, considerando-se a função de demanda, estimada pela PBLM

Consultoria Empresarial S/C Ltda., no estudo “Serviços Técnicos sobre a Demanda de Água no Nordeste”, para o Banco do Nordeste, em 1997.

#### 4.2.4 - Custo Alternativo da Água

Os consumidores não conectados à rede pública de abastecimento de água suprem suas necessidades através de diversas fontes alternativas, tais como poços particulares, carros-pipa, buscam água e, não raro, compram água.

No cálculo do custo alternativo da água, consideraram-se os resultados da pesquisa domiciliar realizada nas comunidades em estudo. Os resultados dessa pesquisa (64,81% buscam água, 31,48% usam poço e 3,713,33% compram água) indicam que o custo alternativo médio da água, ponderado considerando os percentuais citados e os respectivos custos alternativos, a preços financeiros de Julho/2001, nas comunidades em estudo, é de R\$4,93/m<sup>3</sup>. Em termos econômicos, considerando o fator de conversão padrão (0,94), o custo alternativo seria de R\$4,63/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.5 - Grupos de Usuários

Na avaliação econômica da adutora Pires Ferreira foram considerados 3 (três) grupos de beneficiários, ou seja:

- a) **GRUPO 1** - abastecimento humano expresso pelos usuários residentes em Pires Ferreira/Delmiro Gouveia/Otavilândia, atualmente ligados ao sistema público de abastecimento;
- b) **GRUPO 2** - abastecimento humano expresso pelos **novos usuários** nas cidades de Pires Ferreira/Delmiro Gouveia/Otavilândia;
- c) **GRUPO 3** - abastecimento humano expresso pelos **novos usuários** residentes na localidade de Marruás dos Rosas.

#### 4.2.6 - Tarifa Média

O cálculo da tarifa média a ser empregada na avaliação econômica considerou a tarifa média estimada em R\$0,5989/m<sup>3</sup>, a preço financeiro, quando da análise financeira e o fator de conversão padrão de 0,94. Assim, o valor econômico da tarifa, a ser utilizada na análise econômica, foi de R\$0,5630/m<sup>3</sup>.

### IV.4.3 - População Abastecida e Demanda

Os QUADROS IV.4.1 a IV.4.2 apresentam a população alvo, a demanda anual, consumo per capita, o consumo anual total, bem como a taxa de crescimento da demanda, conforme os períodos, relativos aos três grupos de usuários.

### IV.4.4 - Investimentos

Os Custos dos investimentos estão apresentados a preços financeiros (QUADRO IV.4.3) e a preços econômicos (QUADRO IV.4.4). Na transformação dos preços financeiros a preços econômicos, inicialmente, desagregaram-se os custos dos investimentos a preços financeiros, conforme os pesos apresentados no QUADRO IV.4.5.

#### **IV.4.5 - Custos Operacionais**

O QUADRO IV.4.6, a seguir, apresenta os custos incrementais de operação e manutenção a preços financeiros e sua conversão a preços econômicos, utilizando-se os respectivos fatores de conversão.

#### **IV.4.6 - Capacidade dos Sistemas**

O atual sistema de abastecimento não apresenta garantia de abastecimento, havendo falta de água, constantemente. Este sistema, que disponibiliza, em termos líquidos, atualmente, cerca de 24.157 m<sup>3</sup>/ano, será substituído pelo novo, isto é, pelo sistema proposto, o qual atenderá os usuários atuais e novos em todas as comunidades beneficiadas pelo projeto. O novo sistema terá capacidade de ofertar, em termos líquidos, um total de 212.000 m<sup>3</sup>/ano.

#### **IV.4.7 - Resultados da Avaliação Econômica**

Observa-se, conforme os resultados do modelo SIMOP, apresentado no [Anexo V](#), que a taxa interna de retorno econômico aos investimentos é de 23,56%, demonstrando que o projeto é economicamente viável, pois a TIRE é bastante superior à taxa mínima exigida (12%) pelo BIRD.

Tentando investigar a estabilidade dos indicadores de rentabilidade face às variações em parâmetros do modelo, simulou-se variações no coeficiente de elasticidade preço da demanda, custo alternativo da água, custos dos investimentos e taxa de crescimento da demanda. Os resultados relativos às análises de sensibilidade, também, apresentados no Anexo A, demonstram alta rentabilidade econômica para o projeto.

#### **IV.4.8 - Análise Conjunta dos Sistemas Água e Esgoto**

O QUADRO IV.4.7 apresenta os custos de investimentos, expressos em valores econômicos, do projeto de esgotamento sanitário proposto para as comunidades a serem beneficiadas. Nos cálculos foram empregados os pesos apresentados no QUADRO IV.4.8. Os custos operacionais financeiros e econômicos, devidamente desagregados em fixos e variáveis, estão apresentados no QUADRO IV.4.9.

Finalmente, os custos, investimentos e operacionais, expressos em termos econômicos, relativos aos projetos de água (abastecimento) e esgotamento sanitário, estão apresentados nos QUADRO IV.4.10 e IV.4.11.

Os resultados do modelo SIMOP, relativos a esta simulação, empregando-se as tarifas da água e os custos conjuntos (água + esgoto) estão apresentados no [Anexo VI](#). A taxa interna de retorno foi estimada em 14,06%, portanto maior que o mínimo sugerido pelo PROÁGUA. Estes resultados, bem como os associados às análises de sensibilidade, comprovam a viabilidade econômica do projeto conjunto, água e esgoto.

A título de ilustração, desenvolveu-se, também, uma simulação, conforme metodologia proposta e largamente empregado pelo Banco do Nordeste na análise de projeto de água e esgoto, conjuntamente, no âmbito do PRODETUR. Nesta simulação empregaram-se (i) os custos agregados (água + esgoto), semelhante à simulação anterior, (ii) tarifa dobrada, uma vez que conforme

estrutura tarifária da CAGECE, a tarifa do esgoto é igual à da água e demanda reduzida em 10,62% devido ao efeito preço e esgoto.

Este percentual foi obtido através de várias simulações com dados de consumo de água para usuários ligados e não ligados à rede de esgoto, empregando a função de demanda estimada pela PBLM, para o Banco do Nordeste. Nestas simulações, observou-se que, quando a tarifa de água **dobra** devido à ligação à rede de esgotos, para qualquer faixa de renda, para uma dada comunidade, o consumo de água caía em 10,62%.

Os resultados do modelo SIMOP para esta simulação, apresentados no [Anexo VII](#), como esperado, indicam um maior nível de viabilidade econômica, com taxa interna de retorno de 22,14%.

## ÍNDICE

<u>IV - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA</u> .....	2
<u>IV.1 - INTRODUÇÃO</u> .....	2
<u>IV.2 - METODOLOGIA</u> .....	2
<u>IV.3 - AVALIAÇÃO FINANCEIRA</u> .....	2
<u>IV.3.1 - Conceitos Básicos</u> .....	2
<u>IV.3.2 - Projeção da População Alvo</u> .....	3
<u>IV.3.3 - Projeções de Demanda</u> .....	6
<u>IV.3.4 - Projeções de Oferta</u> .....	7
<u>IV.3.5 - Investimentos Propostos</u> .....	7
<u>IV.3.6 - Despesas Operacionais</u> .....	7
<u>IV.3.7 - Tarifas Médias</u> .....	8
<u>IV.3.8 - Projeções de Receitas</u> .....	8
<u>IV.3.9 - Impacto Fiscal</u> .....	9
<u>IV.3.10 - Usos e Fontes dos Recursos</u> .....	9
<u>IV.3.11 - Custo da Água</u> .....	9
<u>IV.3.12 - Fluxo de Caixa</u> .....	9
<u>IV.3.13 - Indicadores Financeiros</u> .....	9
<u>IV.3.14 - Análise do Projeto de Esgotamento Sanitário Isoladamente</u> .....	10
<u>IV.3.15 - Análise Conjunta dos Projetos Água e Esgoto</u> .....	10
<u>IV.4 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA</u> .....	11
<u>IV.4.1 - Conceitos</u> .....	11
<u>IV.4.2 - Parâmetros Utilizados</u> .....	11
<u>IV.4.3 - População Abastecida e Demanda</u> .....	12
<u>IV.4.4 - Investimentos</u> .....	12
<u>IV.4.5 - Custos Operacionais</u> .....	13
<u>IV.4.6 - Capacidade dos Sistemas</u> .....	13
<u>IV.4.7 - Resultados da Avaliação Econômica</u> .....	13
<u>IV.4.8 - Análise Conjunta dos Sistemas Água e Esgoto</u> .....	13

## ÍNDICE

<u>III - VIABILIDADE AMBIENTAL</u> .....	III-2
<u>III.1 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO</u> .....	III-2
<u>III.1.1 - Área de Influência do Projeto</u> .....	III-2
<u>III.1.2 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos</u> .....	III-2
<u>III.1.3 - Solos</u> .....	III-3
<u>III.1.4 - Recursos Hídricos Superficiais</u> .....	III-4
<u>III.1.5 - Recursos Hídricos Subterrâneos</u> .....	III-12
<u>III.1.6 - Uso e Ocupação do Solo</u> .....	III-12
<u>III.1.7 - Aspectos Sócio-Econômicos</u> .....	III-13
<u>III.2 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE</u> .....	III-15
<u>III.3 - O PROJETO</u> .....	III-18
<u>III.3.1 - Identificação do Empreendedor</u> .....	III-18
<u>III.3.2 - Caracterização do Projeto</u> .....	III-18
<u>III.3.3 - Situação do Licenciamento Ambiental</u> .....	III-19
<u>III.4 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS</u> .....	III-20
<u>III.4.1 - Metodologia Adotada</u> .....	III-20
<u>III.4.2 - Checklist de Avaliação dos Impactos</u> .....	III-21
<u>III.4.3 - Identificação dos Impactos Ambientais</u> .....	III-21
<u>III.5 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL PRECONIZADAS</u> .....	III-23
<u>III.5.1 - Generalidades</u> .....	III-23
<u>III.5.2 - Adoção de Normas de Segurança no Trabalho</u> .....	III-24
<u>III.5.3 - Limpeza da Área das Obras</u> .....	III-25
<u>III.5.4 - Manutenção da Infra-Estrutura Implantada</u> .....	III-26
<u>III.5.5 - Sinalização e Controle de Tráfego</u> .....	III-26
<u>III.5.6 - Implantação de Sistema de Esgotamento Sanitário nas Localidades Beneficiadas</u> ..	III-26
<u>III.6 - O ATUAL PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO NÍVEL DOS RESERVATÓRIOS REALIZADO PELA COGERH</u> .....	III-27
<u>III.7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u> .....	III-28