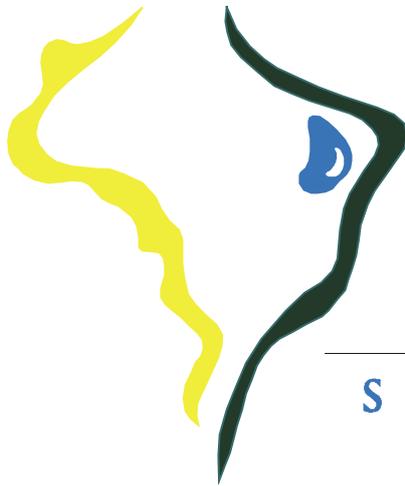




**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH**  
SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA  
O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO - PROÁGUA



**PROÁGUA**

S E M I - Á R I D O

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE PIRES FERREIRA**

**RELATÓRIO GERAL**

**VOLUME I – MEMORIAL DESCRITIVO**

FORTALEZA  
AGOSTO DE 2003



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE PIRES FERREIRA**

**MEMORIAL DESCRITIVO**

FORTALEZA, AGOSTO DE 2003.

## APRESENTAÇÃO

O documento a seguir é parte integrante do Projeto Executivo da Adutora de Pires Ferreira, e que tem como fonte hídrica o açude Paulo Sarasate (Araras). O referido estudo é o objeto do Contrato N.º 01/2001-SRH, firmado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SRH e a empresa ECOTEC - Ecologia e Tecnologia S/C Ltda.

Este sistema adutor foi dimensionado para um alcance de projeto de 30 (trinta) anos, conforme estabelecido no **Manual Operativo do PROÁGUA/Semi-árido (2ª Edição, 2000)**. Adotou-se, portanto, o ano 2032 como horizonte de atendimento. A população máxima beneficiada será de 5.162 habitantes, sendo que 1.877 residem na cidade de Pires Ferreira, 1.368 no distrito de Delmiro Gouveia (Santo Izidro), 1.411 no distrito de Otavilândia e os 506 restantes residem na comunidade de Marruás dos Rosas.

A captação d'água será feita a partir de uma obra de derivação que será implantada no Sistema Adutor de Ipu (SAI). A concepção geral do sistema proposto levou em consideração os parâmetros de dimensionamento do SAI, construído pela SRH/SOHIDRA, no ano de 1999, pelo PROURB-RH.

A obra de derivação será executada na altura da localidade Marruás dos Rosas, no município de Pires Ferreira. Para tanto, serão instalados um tê de derivação DN 300 x 100 mm e duas válvulas automáticas, sendo uma reserva, para controle das vazões e pressões (função da linha existente).

A partir desse ponto, a água será conduzida até a Estação de Tratamento de Água (ETA) projetada. Essa ETA, do tipo FILTRAÇÃO DIRETA ASCENDENTE, compõe-se de uma câmara de carga, duas unidades de filtração com 2 m de diâmetro, casa de química com laboratório, leito de secagem de lodo e etc. Após o tratamento o efluente da ETA segue até o reservatório apoiado (50 m<sup>3</sup>) da Estação de Bombeamento (EB) 1.

A EB 1 será construída na área da ETA, e será composta por quatro conjuntos de recalque (EEAT 1 + EELF). A Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT) 1, consiste de duas unidades de bombeio, sendo uma reserva, e tem capacidade para elevar uma vazão de 40 m<sup>3</sup>/h, com altura manométrica total de 32 m.c.a. e potência de 10 CV. As bombas serão do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores serão trifásicos, 380 V, 60 Hz e 1.750 RPM. O sistema de acoplamento será do tipo monobloco. A Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros (EELF), também consiste de duas unidades de bombeio, sendo uma reserva, e tem capacidade para elevar uma vazão de 50 m<sup>3</sup>/h, com altura manométrica total de 18 m.c.a. e potência de 6 CV. As bombas serão do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores serão trifásicos, 380 V, 60 Hz e 1.750 RPM. O sistema de acoplamento será do tipo monobloco. Para energização dos motores será instalada uma subestação elétrica trifásica rebaixadora de tensão com potência de 30 kVA.

A partir da EEAT 1, a água será conduzida até o reservatório apoiado da EB 2, através de uma linha adutora com 4,6 km de tubos de PVC PN 10 DEFOFO JEI DN 150 mm. É neste trecho que será feita a derivação para atendimento das demandas de Marruás dos Rosas.

A EB 2, situada no distrito de Delmiro Gouveia, compõe-se de duas EEATs. A EEAT 2.1 consiste de duas unidades de bombeio, sendo uma reserva, e tem capacidade para elevar uma vazão de 15 m<sup>3</sup>/h, com altura manométrica total de 47,5 m.c.a. e potência de 7,5 CV. As bombas serão do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores serão trifásicos, 380 V, 60 Hz e 3.500 RPM. O sistema de acoplamento será através de mancal. A EEAT 2.2, também consiste de duas unidades de bombeio, sendo uma reserva, e tem capacidade para elevar uma vazão de 20 m<sup>3</sup>/h, com altura manométrica total de 24 m.c.a. e potência de 4 CV. As bombas serão do tipo centrífuga de eixo horizontal, monoestágio e os motores serão trifásicos, 380 V, 60 Hz e 3.500 RPM. O sistema de acoplamento será do tipo monobloco. Para energização dos motores será instalada uma subestação elétrica trifásica rebaixadora de tensão com potência de 30 kVA.

A partir da EEAT 2.1 a água será conduzida até o reservatório apoiado situado na ETA de Pires Ferreira, através de uma linha adutora composta de 11,2 km de tubos de PVC PN 10 DEFOFO JEI DN 100 mm.

A EEAT 2.2 tem a finalidade de pressurizar a adutora existente (PVC DN 100 mm e 1,8 km de extensão), que interliga os distritos Delmiro Gouveia e Otavilândia. Para tanto faz-se necessária a implantação de um trecho de 0,7 km de tubulação de PVC PN 10 DEFOFO DN 100 mm.

Todo o sistema projetado foi orçado em cerca de R\$ 2,6 milhões, com data-base referente a MARÇO/2003, incluindo a ampliação da rede de distribuição e implantação de medidas mitigadoras dos impactos ambientais.

O Relatório Geral do Projeto Executivo compõe-se dos seguintes volumes:

- VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO;
- VOLUME 2 - ORÇAMENTO;
- VOLUME 3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
- VOLUME 4 - DESENHOS.

Fortaleza, 5 de agosto de 2003

---

Afrânio de Sousa Alves

Diretor Técnico

## **II - O PROJETO PROPOSTO**

## II - O PROJETO PROPOSTO

### 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 290 m<sup>3</sup>/h, sendo:

- Ipu..... 250 m<sup>3</sup>/h
- Pires Ferreira e distritos..... 40 m<sup>3</sup>/h

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 MÁXIMAS NO INÍCIO DA ADUTORA COM A DERIVAÇÃO ABERTA**

- Ano 2012 ..... 56 m
- Ano 2032 ..... 64 m

• **PRESSÕES MÁXIMAS NO INÍCIO DA ADUTORA COM A DERIVAÇÃO BLOQUEADA**

- Ano 2012 ..... 55 m
- Ano 2032 ..... 64 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 atenderão as demandas previstas até o ano 2012. A partir dessa data, tais equipamentos deverão ser substituídos por outros com as seguintes características operacionais: Q = 300 m<sup>3</sup>/h; AMT = 20,00 m; P = 30 CV;
- Os equipamentos eletromecânicos da EE 2 atenderão as demandas previstas até o ano 2012. A partir dessa data, tais equipamentos deverão ser substituídos por outros com as seguintes características operacionais: Q = 300 m<sup>3</sup>/h; H = 60,00 m; P = 100 CV;
- As novas condições piezométricas exigirão a instalação, em 2013, 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 nominal..... 50,00 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 18,00 m
- Modelo da bomba (KSB)..... MEGANORM-BLOC 50-200/212
- Tipo de motor ..... JM - IP 55 - IV PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial ..... 6,0 CV
- Tensão nominal ..... 380 V (TRIFÁSICO)

##### 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 nominal..... 40,00 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 32,00 m
- Modelo da bomba (KSB)..... MEGANORM-BLOC 50-250/260
- Tipo de motor ..... JM - IP 55 - IV PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial ..... 10,0 CV

- Tensão nominal ..... 380 V (TRIFÁSICO)

### *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 nominal..... 15,00 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 47,50 m
- Modelo da bomba (KSB)..... MEGANORM-BLOC 32-160.1/162
- Tipo de motor ..... JM - IP 55 - II PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial ..... 7,5 CV
- Tensão nominal ..... 380 V (TRIFÁSICO)

#### 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 nominal..... 20,00 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 24,00 m
- Modelo da bomba (KSB)..... MEGANORM-BLOC 32-125/119
- Tipo de motor ..... JM - IP 55 - II PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial ..... 4,0 CV
- Tensão nominal ..... 380 V (TRIFÁSICO)

### *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 nominal..... 13,00 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 30,00 m
- Modelo da bomba (KSB)..... MEGANORM-BLOC 32-250/249
- Tipo de motor ..... JM - IP 55 - IV PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial ..... 4,0 CV
- Tensão nominal ..... 380 V (TRIFÁSICO)

### 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 nominal..... 13,00 m<sup>3</sup>/h
- Número de bomba ..... 2 (1+1R)
- Tipo de bomba ..... Centrífuga de Eixo Horizontal
- Altura manométrica ..... 30,00 m
- Modelo da bomba (KSB)..... MEGANORM-BLOC 32-250/249
- Tipo de motor ..... JM - IP 55 - IV PÓLOS 60 Hz
- Potência comercial ..... 4,0 CV
- Tensão nominal ..... 380 V (TRIFÁSICO)

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

#### **• ADUTORA DE PIRES FERREIRA: TRECHO 1 (EB 1 / EB 2)**

- Extensão ..... 4,6 km
- Diâmetro nominal..... 150 mm
- Vazão máxima (2032) ..... 40,00 m<sup>3</sup>/h
- Velocidade ..... 0,58 m/s
- Coeficiente de perda de carga (f)..... 0,0196
- Perda de carga distribuída ..... 2,133 m/km
- Perda de carga total..... 10 m
- Material..... PVC DEFOFO
- Classe de pressão ..... 1,0 MPa

- Funcionamento ..... Pressurizado

• **ADUTORA DE PIRES FERREIRA: TRECHO 2 (EB 2 / EB 3)**

- Extensão ..... 11,2 km
- Diâmetro nominal ..... 100 mm
- Vazão máxima (2032) ..... 15,00 m<sup>3</sup>/h
- Velocidade ..... 0,45 m/s
- Coeficiente de perda de carga (f) ..... 0,0221
- Perda de carga distribuída ..... 2,122 m/km
- Perda de carga total ..... 24 m
- Material ..... PVC DEFOFO
- Classe de pressão ..... 1,0 MPa
- Funcionamento ..... Pressurizado

• **SUBADUTORA DE OTAVILÂNDIA: TRECHO ÚNICO (EB 2 / REL DE OTAVILÂNDIA)**

- Extensão ..... 2,5 km<sup>1</sup>
- Diâmetro nominal ..... 100 mm
- Vazão máxima (2032) ..... 20,00 m<sup>3</sup>/h
- Velocidade ..... 0,60 m/s
- Coeficiente de perda de carga (f) ..... 0,0212
- Perda de carga distribuída ..... 3,619 m/km
- Perda de carga total ..... 9 m
- Material ..... PVC DEFOFO
- Classe de pressão ..... 1,0 MPa
- Funcionamento ..... Pressurizado

### 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**

---

<sup>1</sup> Este valor corresponde ao somatório do trecho existente (1,8 km) com o trecho projetado (0,7 km).

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.

#### **II.3.6 - O Projeto Elétrico**

Segue no [Anexo V](#) deste relatório o projeto elétrico das duas subestações rebaixadoras de tensão previstas para serem implantadas.

#### **II.3.7 - Estimativa de Preços e Cronograma Físico-Financeiro**

O sistema proposto foi orçado em R\$ 2,6 milhões, com data-base referente a MARÇO/2003. Tal estimativa inclui, além das unidades de captação, tratamento, bombeamento, adução e reservação, a ampliação da rede de distribuição e as medidas ambientais gerais previstas para mitigar os impactos ambientais adversos.

Segue um resumo da planilha orçamentária e o cronograma previsto.

## ÍNDICE

II - O PROJETO PROPOSTO .....	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-11
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-12
II.3.3 - Estações de Bombeamento - EB's.....	II-13
II.3.4 - Adutoras .....	II-15
II.3.5 - Reservatórios.....	II-16

## **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, no entanto o Brasil continua atrás de países como México (IDH = 0,796), Cuba (IDH = 0,795), Panamá (IDH = 0,787), Colômbia (IDH = 0,772) e Venezuela (IDH = 0,770).

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

Verificou-se, também, uma significativa melhora do IDH-M no município de Pires Ferreira. Em 1991, o IDH-M foi de 0,468 (150ª posição no ranking estadual e 4.971ª no ranking nacional), enquanto que em 2000, o IDH-M foi de 0,606 (137ª posição no ranking estadual e 4.553ª posição no ranking nacional). Apesar da evolução do índice, o IDH-M de Pires Ferreira está, ainda, bem abaixo da média estadual.

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

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

De acordo com essa metodologia, o município de 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.

#### **1.2.4 - 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.

#### **1.2.5 - Solos e Uso Atual**

De acordo com a [Figura 1.4](#) 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 matacões 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 flocculação 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.

**Quadro I.1- Uso do solo na lavoura no município de Pires Ferreira, em 1999**

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.

### **I.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.

### **I.2.7 - Recursos Hídricos**

#### *I.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

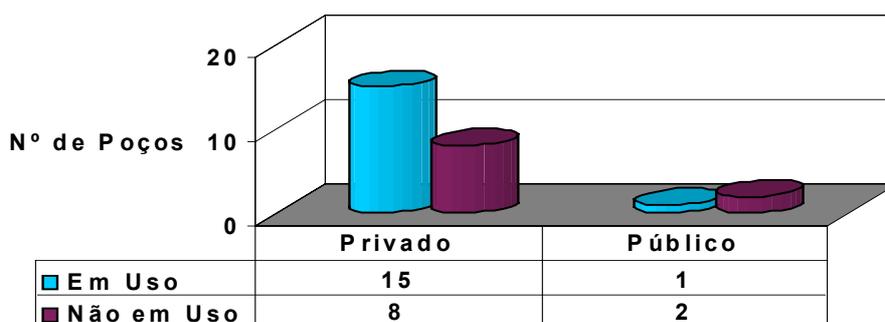
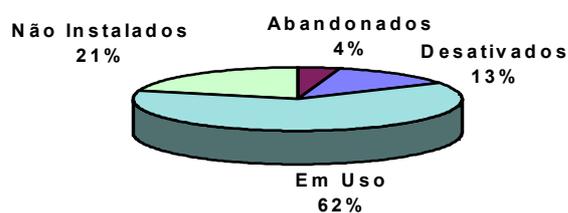
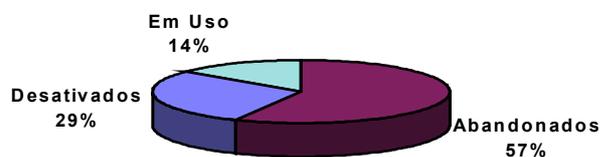
O levantamento realizado no município de Pires Ferreira registrou a presença de 31 poços tubulares, sendo 7 públicos e 24 privados (CPRM. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. Fevereiro, 1999). A totalidade dos poços encontra-se no domínio das rochas cristalinas. A situação atual dessas 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 I.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.

#### 1.2.7.2.3 - 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	50,0
TOTAL	16	-	27,2	10	-	17,0	62,5

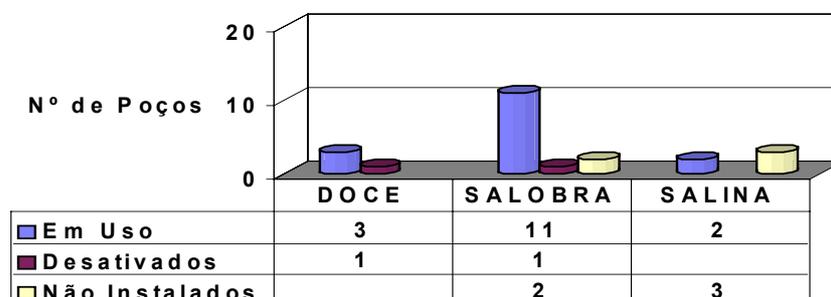
Fonte: CPRM. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. Fevereiro, 1999.  
Nota: Qe - Vazão de exploração.

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.

#### I.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.

#### **I.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 milhões (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 30.324

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

**NOTAS:** (1) O nome oficial desse distrito é Santo Izidro, segundo os órgãos oficiais (IBGE, IPLANCE e etc.); (2) Apesar desse distrito ter sido criado em 1990, não consta nos arquivos do IBGE os dados desagregados de sua população; (3) 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; (4) 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
Otavlândia	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>
Ipu	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, sendo que na cidade esse valor foi de R\$179, no distrito Delmiro Gouveia foi de R\$137 e em Otavlândia foi de R\$153. Destaca-se que esses valores são bastante inferiores ao obtido a nível estadual, que foi de R\$ 448, e a nível microrregional, que foi de R\$ 205.

Outro dado relevante é que 81% da população residente nesse município obteve rendimento nominal mensal igual ou inferior a um salário mínimo. Na cidade esse índice foi de 79%, enquanto que em Delmiro Gouveia foi de 81% e em Otavlândia 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 1.8](#) apresenta os principais indicadores de saúde desse município.

**QUADRO 1.8 - 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 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia, tem-se que a capacidade máxima que a ETA pode produzir, mantendo o efluente dentro dos padrões de potabilidade, é de 15,70 m<sup>3</sup>/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 a ETA, e compõe-se de 2 elevatórias bem distintas. A primeira é formada por 1 conjunto motor-bomba com potência de 5 CV, 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 CV, 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 SAA conta com 1 reservatório apoiado de 30 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>. O REL 2 está situado ao lado do campo de futebol, e tem capacidade de armazenamento de 50 m<sup>3</sup>.

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 - SIAA 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 - SAA 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>.

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

## ÍNDICE

<a href="#">I - INFORMAÇÕES GERAIS</a> .....	I-2
<a href="#">I.1 - Introdução</a> .....	I-2
<a href="#">I.2 - Caracterização da Área do Projeto</a> .....	I-3
<a href="#">I.2.1 - Localização e Acesso</a> .....	I-3
<a href="#">I.2.2 - Cartografia</a> .....	I-3
<a href="#">I.2.3 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos</a> .....	I-3
<a href="#">I.2.4 - Relevo</a> .....	I-4
<a href="#">I.2.5 - Solos e Uso Atual</a> .....	I-4
<a href="#">I.2.6 - Vegetação</a> .....	I-6
<a href="#">I.2.7 - Recursos Hídricos</a> .....	I-6
<a href="#">I.2.8 - Climatologia</a> .....	I-11
<a href="#">I.2.9 - Meio Ambiente</a> .....	I-12
<a href="#">I.3 - Dinâmica Econômica</a> .....	I-12
<a href="#">I.4 - População Alvo</a> .....	I-13
<a href="#">I.4.1 - Generalidades</a> .....	I-13
<a href="#">I.4.2 - Taxas de Crescimento</a> .....	I-13
<a href="#">I.4.3 - Condições Econômicas e Sociais</a> .....	I-14
<a href="#">I.5 - Problemática do Abastecimento</a> .....	I-16
<a href="#">I.5.1 - Sistemas Existentes</a> .....	I-16
<a href="#">I.6 - Estudo de Demandas</a> .....	I-19
<a href="#">I.6.1 - Introdução</a> .....	I-19
<a href="#">I.6.2 - Parâmetros de Projeto</a> .....	I-21

<a href="#"><u>I.6.3 - Projeção Populacional</u></a> .....	I-21
<a href="#"><u>I.6.4 - Estimativa da Demanda &amp; Oferta: Cenário COM PROJETO</u></a> .....	I-26
<a href="#"><u>I.6.5 - Conclusões</u></a> .....	I-27