

GOVERNO DO ESTADO



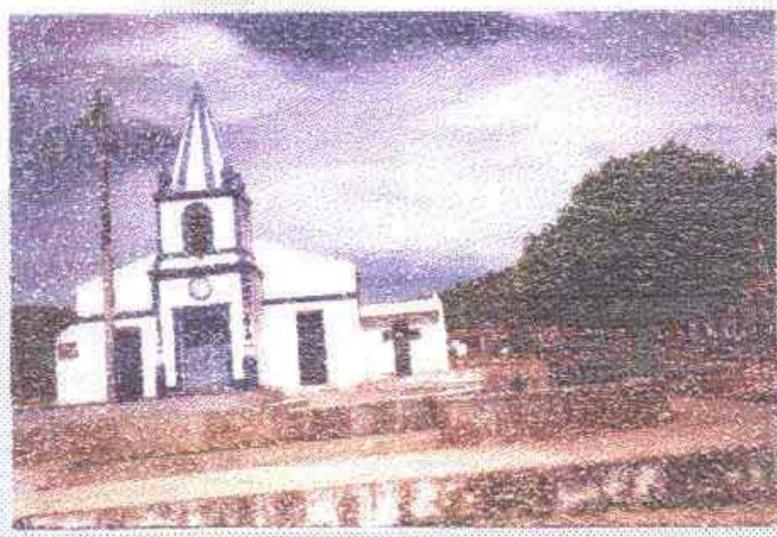
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA SERRA DO FELIX

TOMO V - RELATÓRIO SÍNTESE

ESC
ENGENHARIA E SERVIÇOS E CONSULTORIA

FORTALEZA- CE
OUTUBRO DE 1998



PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA SERRA DO FELIX

TOMO V - SÍNTESE

Lote. 02430 - Prep Scan Index
Projeto Nº 0232/05
Volume 1
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____

Executado por:

**ESC - Engenharia
Serviços e Consultoria**

Outubro/1999

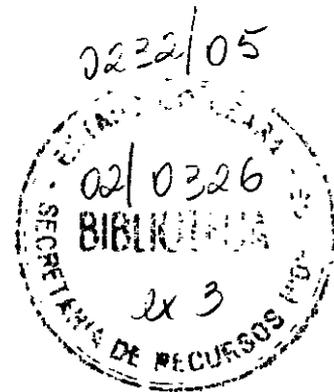
**0232/05
ex.3**



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA
SERRA DO FÉLIX

TOMO V - SÍNTESE



| Nº Revisão | Data | Discriminação | VER | APR | AUT |
|------------|--------|-------------------|-----|-----|-----|
| | Out/99 | Edição Preliminar | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

000003

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO..... | 4 |
| 1 - INTRODUÇÃO..... | 4 |
| 2 - O PROJETO..... | 5 |
| 2 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO | 5 |
| 2 2 - SISTEMA PROPOSTO | 5 |
| 2.2.1 - Parâmetros Básicos do Projeto..... | 5 |
| 2.2.2 - Vazão de Projeto..... | 7 |
| 2.2.3 - Fonte Hídrica | 8 |
| 2.2.3 - Concepção do Sistema | 8 |
| 3 - DETALHAMENTO DO PROJETO | 9 |
| 3 1 - GENERALIDADES | 9 |
| 3 2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO | 9 |
| 3.2.1 - Captação..... | 9 |
| 3.2.2 - Sistema Adutor | 11 |
| 3 2 2 1 – Adutora de Água Bruta | 11 |
| 3 2 2 2 – Adutora de Água Tratada | 12 |
| 3.2.3 - Equipamentos de Proteção e Limpeza | 13 |
| 3.2.4 - Reservatórios..... | 13 |
| 3 2 4 1 - Reservação da ETA | 13 |
| 3 3 4 2 - Reservação em Boqueirão do Cesário | 14 |
| 3.2.5 - Sistema Elétrico..... | 14 |
| 3.2.6 - Estação de Tratamento de Água - ETA | 14 |
| 4 - EQUIPE TÉCNICA | 17 |

A documentação aqui apresentada, consolida os serviços executados, no âmbito do Contrato Nº 25/98, firmado entre a ESC - Engenharia Serviços e Consultoria e a Secretaria dos Recursos Hídricos, para a elaboração do Projeto Executivo do Sistema Adutor da Serra do Félix

Os estudos foram elaborados de forma a atender, os requisitos contidos no Termo de Referências da Carta Convite Nº 16/SRH/98, bem como as normas pertinentes para sistemas de abastecimento de água

Em síntese, os estudos objeto do supra citado contrato são apresentados nos seguintes documentos, que compõem o acervo do projeto

TOMO I – Relatório dos Estudos Básicos e Alternativa de Traçado

TOMO II – Relatório dos Estudos Básicos Complementares

Volume 1 – Levantamentos Topográficos

Volume 2 – Investigações Geotécnicas

TOMO III - Relatório dos Estudos de Concepção

TOMO IV – Relatório Geral

Volume 1 – Textos

Volume 2 – Desenhos

Volume 3 – Quantitativos e Orçamentos

Volume 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamentos

TOMO V – Relatório Síntese

O presente documento se constitui no TOMO V – SÍNTESE

1 - INTRODUÇÃO

O Ceará, igualmente ao Nordeste semi-árido, partilha a sua história com ações governamentais de combate às secas. A solução dos problemas da região sempre foi pautada na construção de barragens que, através do armazenamento de água amenizam em algumas áreas os efeitos nocivos da estiagem prolongada. Entretanto, a escassez de água potável para as populações residentes nos municípios e distritos do interior cearense, associada à demanda crescente da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) ainda é um expressivo problema, que vem desafiando as autoridades governamentais do Estado.

Com o intuito de encontrar soluções definitivas para tal situação o Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria dos Recursos Hídricos e suas vinculadas (COGERH, SOHIDRA), tem desenvolvido um programa de construção de barragens e adutoras associadas, através de programas especiais financiados com recursos externos como o PROURB-CE e PROÁGUA.

Além destes programas a SRH também vem implantando, através de outros programas, diversas adutoras com recursos do próprio estado, como é o caso do programa "Adutoras do Sertão".

Dando continuidade as ações desta natureza a SRH contratou os serviços de consultoria para a elaboração do Projeto Executivo do Sistema Adutor Serra do Félix, que tem como objetivo o abastecimento das comunidades Vila do Félix e Boqueirão do Cesário, situados no município de Beberibe, tendo como fonte hídrica o Canal do Trabalhador, construído em 1993, para reforçar o suprimento de água à RMF que, naquela ocasião, ameaçava entrar em colapso.

Destaca-se ainda que o sistema adutor em estudo, em seu trecho inicial comportará uma demanda adicional que atenderá em uma segunda etapa, as comunidades de Lagoa Queimada, Suçuarana, Surubim e Lagoa Comprida, também pertencentes ao município de Beberibe, localizadas nas proximidades da Serra do Félix.

2 - O PROJETO

2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

As localidades de Boqueirão do Cezário e Vila do Félix situam-se no município de Beberibe, inserido na microrregião de Cascavel, têm como coordenadas 4° 10' 47" de latitude sul e 38° 07' 50" de longitude oeste, e limitam-se ao norte com Oceano Atlântico, ao sul com Morada Nova, Russas e Palhano, ao leste com Aracati e Fortim e ao oeste com Cascavel e Ocara

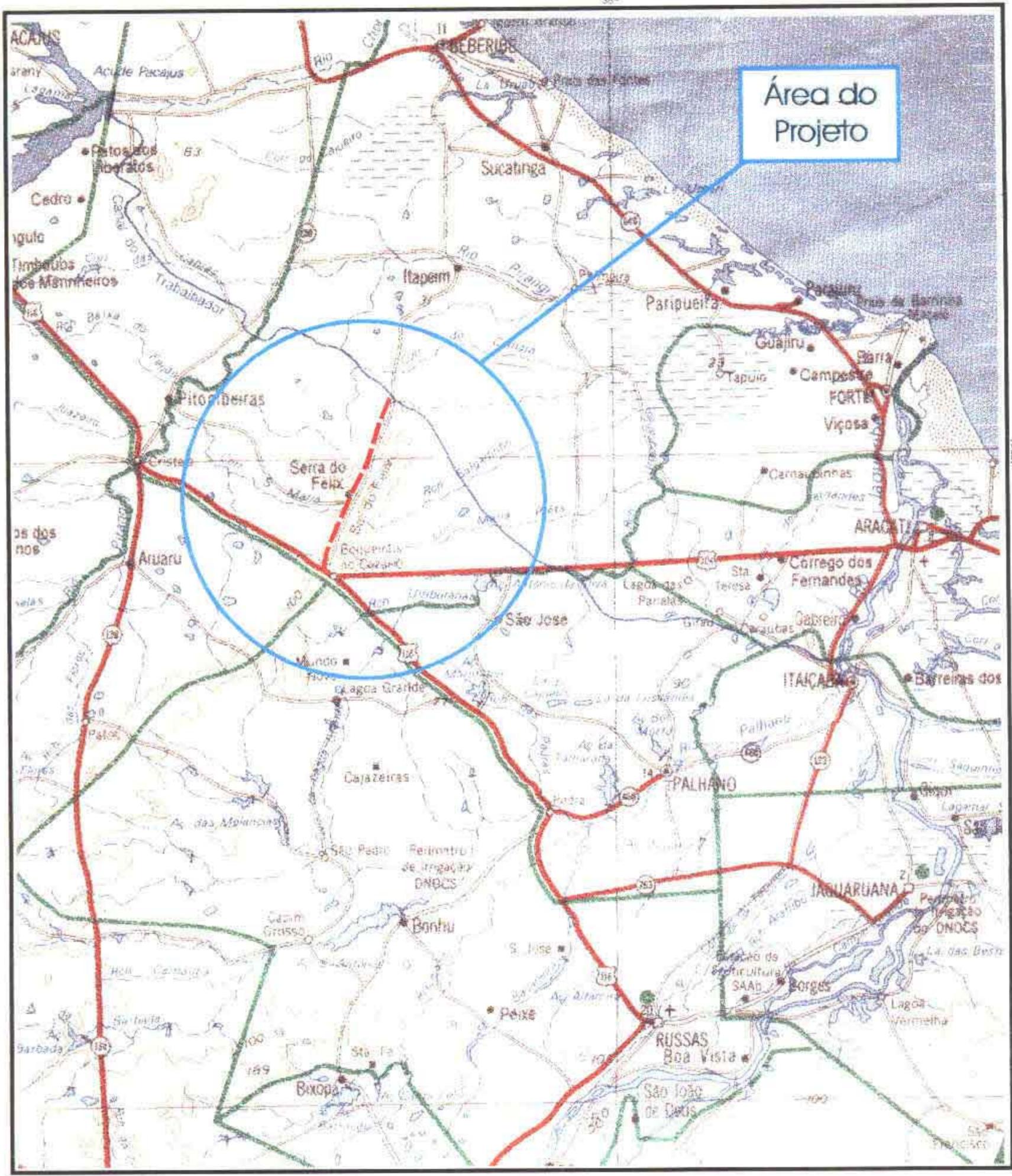
O acesso ao local pode ser feito, partindo de Fortaleza, pela rodovia BR-116 até o entroncamento desta com a BR-304, na localidade Boqueirão do Cezário Outra alternativa de acesso é tomar a CE-040 até Aracati, de onde seguindo-se pela BR-304 chega-se a localidade Boqueirão do Cezário, daí percorre-se aproximadamente 7,5 km, por estrada carroçável até a localidade Vila do Félix O Mapa de Localização, é apresentado na Figura 2.1, a seguir

2.2 - SISTEMA PROPOSTO

2.2.1 - Parâmetros Básicos do Projeto

Os elementos que subsidiaram o presente estudo são os seguintes

| | |
|--|---------------|
| - População em 1998 das localidades | |
| • Serra do Félix | 2016 hab |
| • Boqueirão do Cesário | 1806 hab |
| • Lagoa Queimada e Suçuarana | 900 hab |
| • Surubim e Lagoa Comprida | 900 hab |
| - População das localidades no horizonte do projeto (ano 2018) | |
| • Serra do Félix | 4032 hab |
| • Boqueirão do Cesário | 3612 hab |
| • Lagoa Queimada e Suçuarana | 1800 hab |
| • Surubim e Lagoa Comprida | 1800 hab |
| - População total em 2018 | 11 244 hab |
| - Consumo " Per Capita" (q) | 150 l/hab/dia |



CONVENÇÃO

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Carretera Federal Carretera Estadual Carretera Municipal Carretera Rural Carretera de Terra Carretera de Pedra Carretera de Cimento Carretera de Asfalto Carretera de Graxa Carretera de Lama Carretera de Areia Carretera de Pedra Carretera de Cimento Carretera de Asfalto Carretera de Graxa Carretera de Lama Carretera de Areia | <ul style="list-style-type: none"> Carretera Federal Carretera Estadual Carretera Municipal Carretera Rural Carretera de Terra Carretera de Pedra Carretera de Cimento Carretera de Asfalto Carretera de Graxa Carretera de Lama Carretera de Areia Carretera de Pedra Carretera de Cimento Carretera de Asfalto Carretera de Graxa Carretera de Lama Carretera de Areia |
|---|---|

FIGURA 2.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA: —

FONTE: IPLAN - 1994 (escala 1:500.000)

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR SERRA DO FÉLIX



- Coeficiente de variação de consumo
 - k_1 (coef do dia de maior consumo) 1,2
 - k_2 (coef da hora de maior consumo) 1,5
- Índice de atendimento 100%
- Alcance do Projeto 1998/2018 – 20 anos
- Demanda média (Q_m)

$$Q_m = \frac{P \times q}{86400}$$

P = População do Projeto

q = Consumo per capita

$$Q_m = \frac{11\,244 \times 150}{86400} = 19,52 \text{ l/s}$$

- Demanda Máxima Diária (Q_1)

$$Q_1 = k_1 \times Q_m \quad - \quad Q_1 = 1,2 \times 19,52 = 23,42 \text{ l/s}$$

- Demanda Máxima Horária (Q_2)

$$Q_2 = k_2 \times Q_m \quad - \quad Q_2 = 1,5 \times 19,52 = 29,28 \text{ l/s}$$

2.2.2 - Vazão de Projeto

A vazão de demanda média é de 19,52 l/s para 24 h de funcionamento, entretanto para reduzir os custos de bombeamento, o bombeamento diário foi reduzido de 24 para 20 horas, portanto a vazão total do projeto passou a ser de 23,42 l/s

Este procedimento além de reduzir os custos de bombeamento durante toda a vida do projeto, permite ter-se uma folga diária de 4 horas que poderá ser utilizadas, em caso de crescimento inesperado das comunidades abastecidas, ou ainda dar uma sobrevida a adutora aumentando sua vida útil por mais alguns anos

No quadro 2 1 são apresentadas as vazões de projeto adotadas para o dimensionamento

Quadro 2.1 – Vazões de Projeto

| LOCALIDADE | POPULAÇÃO (hab) | VOLUME NECESSÁRIO (l/dia) | VAZÃO PARA 24 HORAS (l/s) | VAZÃO PARA 20 HORAS (l/s) |
|----------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| SERRA DO FÉLIX | 4032 | 604 800,00 | 7,00 | 8,40 |
| BOQUEIRÃO DO CEZARIO | 3612 | 541 800,00 | 6,27 | 7,52 |
| SURUBIM E LAGOA COMPRIDA | 1800 | 270 000,00 | 3,125 | 3,750 |
| LAGOA QUEIMADA E SUÇUARANA | 1800 | 270 000,00 | 3,125 | 3,750 |
| T O T A I S | 11 244 | 1.686 600,00 | 19,52 | 23,42 |

2.2.3 - Fonte Hídrica

A fonte d'água do projeto será o Canal do Trabalhador nas proximidades de Serra do Félix com coordenadas 9507000 N e 594000E, que recebe água do rio Jaguaribe

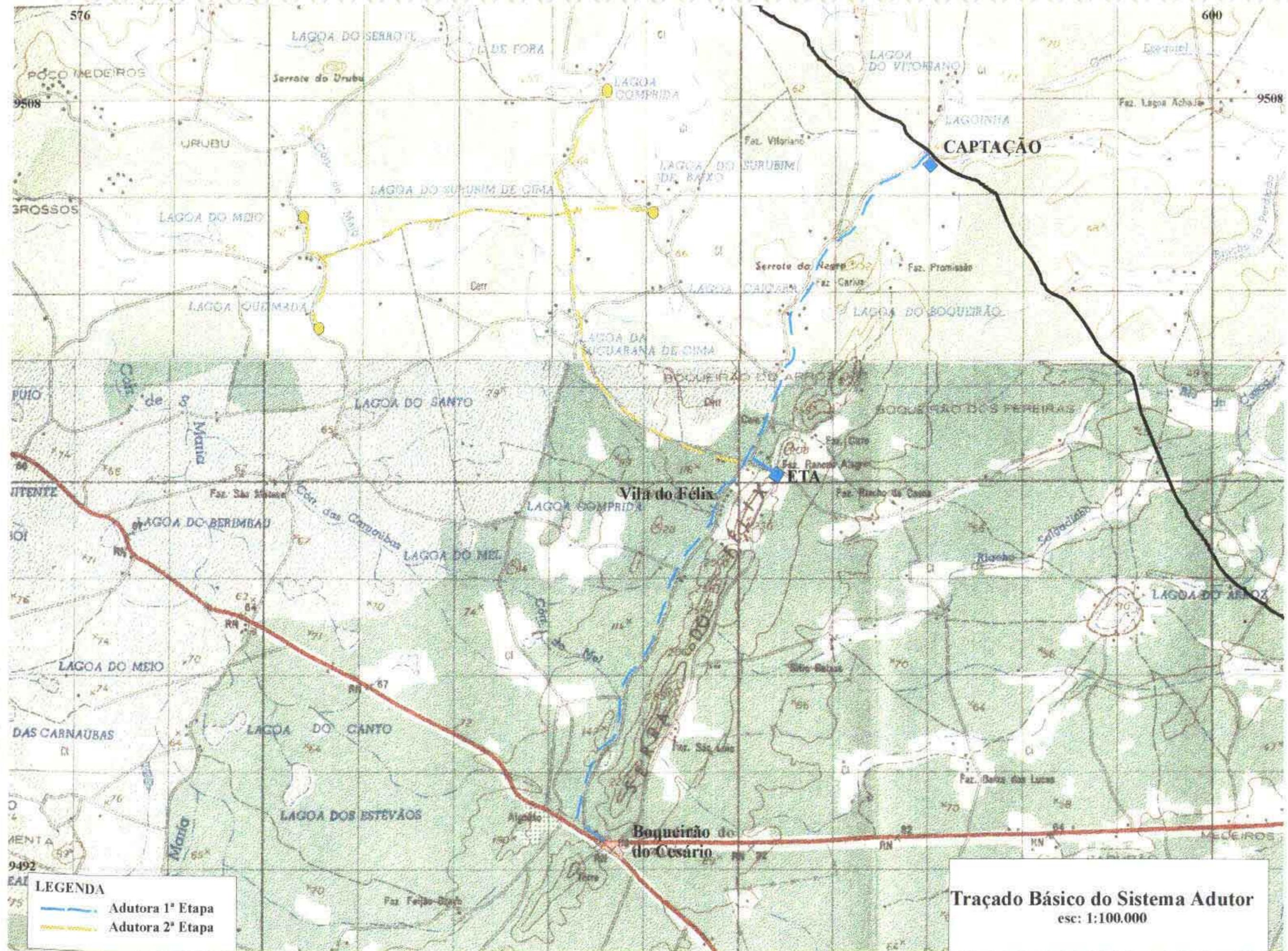
Em relação ao abastecimento urbano, o volume captado será, de 615 609 m³/ano, beneficiando uma população de 11 244 habitantes no ano 2018, distribuídas nas localidades de Serra do Félix, Boqueirão do Cesário, Lagoa Queimada, Suçuarana, Surubim e Lagoa Comprida

2.2.4 - Concepção do Sistema

O sistema adutor proposto será composto de (ver Traçado Básico a seguir)

- ✓ uma captação - localizada à margem do Canal do Trabalhador, composta de uma tomada d'água e de uma estação de bombeamento,
- ✓ duas adutoras - numa primeira etapa uma adutora abastecerá as localidades de Serra do Félix e Boqueirão do Cezário, com extensão aproximada de 19 km - na segunda etapa outra adutora, a partir da ETA, aduzirá água até as localidades de Surubim, Lagoa Comprida, Lagoa Queimada e Suçuarana com aproximadamente de 15 km de comprimento,
- ✓ uma ETA – uma estação de tratamento d'água, dimensionada para atender a demanda total até o horizonte do projeto
- ✓ uma reservação – um volume de reservação que suprirá 1 dia de consumo, será acumulado em dois reservatórios

000011



LEGENDA

- Adutora 1ª Etapa
- Adutora 2ª Etapa

Traçado Básico do Sistema Adutor
 esc: 1:100.000

3 - DETALHAMENTO DO PROJETO

3.1 - GENERALIDADES

Conforme o exposto no capítulo anterior, o projeto que atenderá uma população, prevista até o ano de alcance do projeto (2018), de 11 244 habitantes, e que será implantada em duas etapas apresenta como características principais

- ✓ Um único bombeamento,
- ✓ Um trecho sob pressão com extensão aproximada de 8,05 km e diâmetro igual a 200 mm, que conduzirá água bruta,
- ✓ Um trecho gravitário com extensão de 11,44 km e diâmetro igual 150 mm, que conduzirá água tratada

O sistema adutor a ser implantado na 1ª etapa é composto de uma captação, uma adutora de água bruta (em recalque), uma estação de tratamento de água (ETA), e uma adutora de água tratada (gravitária)

A adutora de água bruta aduzirá uma vazão de 23,42 l/s, desde a captação, no canal do trabalhador até a Estação de Tratamento de Água (ETA) situada na Serra do Félix

A adutora de água tratada conduzirá uma vazão de 15,72 l/s até a Vila do Félix, em um trecho de 1370 m e 7,53 l/s até Boqueirão do Cesário em uma extensão de 10023 m

A implantação da segunda etapa restringir-se-á aos equipamentos de bombeamento e hidromecânicos, no ano de 2009

3.2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

3.2.1 - Captação

A captação, localiza-se na interseção entre o canal do trabalhador e a estrada de acesso – Vila do Félix/Lagoinha Neste local a cota do fundo do canal é 46,40 m, a cota de berma de 49,45m e o nível d'água está na cota 47,75 m A estação de bombeamento localizada nas proximidades da Estaca 01 tem seu piso na cota 49,60

A captação é composta de

- a) uma plataforma de sucção localizada na margem esquerda do canal, que permite captar a água em boas condições, através de tubulações em PEAD – DN 150 mm, com comprimento de 30,0 m e pressão de serviço de 0,6 kg/cm²,
- b) uma estação elevatória composta basicamente de uma casa de bombas e comando, uma subestação elétrica, uma caixa de medição de vazão e uma caixa de equipamentos de proteção. A casa de bombas abrigará na 1ª etapa dois conjuntos eletrobombas, sendo um (1) ativo e um (1) reserva, e na segunda três (3) conjuntos (dois ativos e um de reserva)

Os Conjuntos Eletrobombas tem as seguintes características

- vazão total 23,42 l/s
- vazão unitária 11,71 l/s
- altura monométrica 124,26 m c a
- potência calculada 44,91 CV
- potência adotada 50,00 CV
- bomba selecionada
 - marca KSB
 - modelo MEGANORM-50-250
 - rotação 3 500 rpm
 - rotor (aço inoxidável) 260 mm
 - rendimento 54%

Destaca-se que a vazão nominal unitária de 11,71 l/s deverá atender a população até o ano 2009, sendo necessário somente a instalação de duas unidades de bombeamento (1 ativa + 1 reserva). Nesse ano, para suprir a demanda do projeto, deverá ser instalado mais uma unidade (2 ativa + 1 reserva). Considerando-se que os equipamentos de bombeamento têm vida útil de 10 anos,

também no ano de ampliação da vazão do projeto poderão ser substituídos os conjuntos eletrobombas que se encontram em funcionamento

3.2.2 - Sistema Adutor

O sistema de adução é composto de duas (2) adutoras, sendo que a primeira com extensão de 8 048 m conduzindo água bruta e a segunda com comprimento de 11 393 m conduzindo água tratada

3 2 2 1 – Adutora de Água Bruta

Totalmente pressurizada, tem seu início na Estação de Bombeamento (EB) e, termina na Estação de Tratamento de Água (ETA) Tem vazão de 11,71 l/s na 1ª etapa e de 23,42 l/s na segunda

Esta adutora é composta por dois trechos com as características seguintes

1º Trecho

| | |
|-------------------------|------------------|
| • Material previsto | RPVC (classe 16) |
| • Diâmetro nominal | 200 mm |
| • Diâmetro interno | 195 mm |
| • Velocidade da água | |
| – 1ª etapa | 0,39 m/s |
| – 2ª etapa | 0,78 m/s |
| • perda de carga linear | |
| – 1ª etapa | 0,00077 m/m |
| – 2ª etapa | 0,00277 m/m |
| • comprimento | 7 867,72 m |

2º Trecho

| | |
|---------------------|--------------------|
| • Material previsto | ferro fundido (K7) |
| • Diâmetro nominal | 200 mm |
| • Diâmetro interno | 211,20 mm |

| | |
|-------------------------|-------------|
| • Velocidade da água | |
| – 1ª etapa | 0,33 m/s |
| – 2ª etapa | 0,59 m/s |
| • perda de carga linear | |
| – 1ª etapa | 0,00059 m/m |
| – 2ª etapa | 0,00180 m/m |
| • comprimento | 180 m |

3 2 2 2 – Adutora de Água Tratada

Iniciando-se na ETA, esta adutora aduz a vazão até a localidade de Boqueirão do Cesário, com comprimento total de 1 438 m e vazão máxima de 15,92 l/s, e se divide em dois trechos

O trecho 1 por sua vez é composto de dois sub-trechos. O primeiro sub-trecho inicia-se na ETA, tem comprimento de 160 m, previsto em ferro fundido e deverá ser aéreo. O segundo sub-trecho ligado ao primeiro, termina no local previsto para a implantação de um chafariz na Vila do Félix, com comprimento de 1210 m.

Suas principais características são

Trecho 1

| | |
|-------------------------|--|
| • Vazão | 15,92 l/s |
| • Material previsto | FºFº (sub-trecho 1) / PVC – PN 60 (sub-trecho 2) |
| • Diâmetro nominal | 150 mm |
| • Diâmetro interno | 159,60 mm ((sub-trecho 1))/156,40mm((sub-trecho 2)) |
| • Velocidade da água | 0,80 m/s (sub-trecho 1)/0,83 m/s (sub-trecho 2) |
| • Perda de carga linear | 0,00469 m/m (sub-trecho 1)/ 0,00397 m/m (sub-trecho 2) |
| • Comprimento Total | 1 370 m |

O segundo trecho aduz a água até o reservatório de Boqueirão do Cesário e tem com características as especificadas a seguir

Trecho 2

| | |
|-------------------------|-------------|
| • Vazão | 7,53 l/s |
| • Material previsto | PVC-PN 60 |
| • Diâmetro nominal | 150 mm |
| • Diâmetro interno | 156,40 mm |
| • Velocidade da água | 0,83 m/s |
| • Perda de carga linear | 0,00397 m/m |
| • Comprimento Total | 10 068 m |

3.2.3 - Equipamentos de Proteção e Limpeza

Os equipamentos de proteção e limpeza instalados ao longo dos vários trechos da adutora e nas estações de bombeamento serão

- Registros de descarga, localizados nos pontos mais baixos que permitirão o esvaziamento de toda ou parte da tubulação, para limpeza e manutenção,
- Ventosas de tríplex função, nos pontos altos,
- Válvula antecipadora de ondas, localizada no início do trecho em recalque,
- Válvula de retenção, e
- Blocos de ancoragem

3.2.4 - Reservatórios

3 2 4 1 - Reservação da ETA

O reservatório foi dimensionado para atender as populações das localidades objeto do presente projeto e também as localidades que deverão ser abastecidas em segunda etapa pelo mesmo sistema totalizando 11 244 hab, ou seja

| | |
|---|------------------------|
| • Volume consumido diariamente (pop total) | 1 686,6 m ³ |
| • Volume a armazenar (1/3 do volume diário) | 562,20 m ³ |
| • Volume adotado | 500 m ³ |

3.3.4.2 - Reservação em Boqueirão do Cesário

Apesar da reservação prevista em Serra do Félix ser suficiente para o sistema, optou-se por dotar a localidade de Boqueirão do Cesário de mais um para dar maior flexibilidade ao sistema e reservar aproximadamente 1/3 do consumo diário, desta localidade

- Consumo diário 541,80 m³
- Reservação 180 m³
- Reservatório Adotado 150 m³

3.2.5 - Sistema Elétrico

A alimentação das estações elevatórias será feita através do sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV pelas linhas de distribuição rural do sistema elétrico da COELCE e que fornecerão aos motores das bombas tensão 380 V trifásico

As subestações transformadoras, classe 15 kV, serão do tipo aérea e ao tempo, instaladas em estruturas de concreto armado (postes, vigas e cruzetas), padrão COELCE O quadro a seguir mostra as potências a serem instaladas em cada estação elevatória

| ESTAÇÃO ELEVATÓRIA | SUBESTAÇÃO |
|---------------------------|---------------------------|
| EE-1 Captação | 112,5 kV – 13800/380/220V |
| EE-2 - ETA | 15 kVA – 13800/380/220V |

3.2.6 - Estação de Tratamento de Água - ETA

É composta basicamente de 2 filtros de areia de fluxo ascendente, a serem instalados na 1ª etapa e a partir do ano 2009 será instalado mais um filtro totalizando 3 unidades, uma câmara de carga, que assegura uma boa distribuição de água nos filtros, uma casa de química que abrigará os kit's dosadores de produtos químicos e um laboratório para preparação das soluções que serão utilizados no tratamento químico da água, um reservatório apoiado de 500 m³, e finalmente uma estação elevatória para lavagem dos filtros, cujas características são apresentadas a seguir

Filtros

Os filtros serão fornecidos com sistema distribuidor de água coagulada de lavagem, drenagem de fundo, sistema de lavagem na interface do leito filtrante, sistema de coleta de água filtrada e esgoto da lavagem, barrilete de interligação, de manobra, escada e material filtrante

O filtro é constituído de um tanque cilíndrico vertical com fundo em forma de troncos-cônicos com difusores especiais, interligados a uma câmara central, parte superior, calha coletora com caixa receptora, cujas características principais são

| | |
|---|------|
| a) modelo | 250 |
| b) diâmetro (m) | 2,50 |
| c) altura total (m) | 4,00 |
| d) tubulação de entrada (mm) | 100 |
| e) tubulação de saída (mm) | 200 |
| f) tubulação de descarga da lavagem (mm) | 200 |
| g) tubulação de alimentação da água de lavagem (mm) | 200 |
| h) dreno de fundo (descarga) (mm) | 150 |
| i) entrada da água de lavagem da interface (mm) | 150 |

Câmara de Carga

Para assegurar a taxa de filtração adotada em projeto e aplicar os coagulantes será implantada uma câmara de carga de distribuição, dotada de visor para acompanhamento da perda de carga na filtração, tubulação de alimentação e extravasor, bocal de saída e descarga

As características principais são

| | |
|-------------------|-------|
| Modelo CCLA II | 1 |
| Diâmetro (mm) | 700 |
| Altura total (mm) | 6 800 |

| | |
|---|-----|
| Diâmetro da Tubulação de alimentação (mm) | 100 |
| Diâmetro de Tubulação do extravasor (mm) | 100 |
| Diâmetro do Bocal de saída (distrib) | 100 |
| Diâmetro do Bocal de descarga (mm) | 50 |

Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros

A casa de bombas abrigará três conjuntos eletrobombas, sendo dois (2) ativos e um (1) reserva com as seguintes características

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| • vazão unitária | 0,074 m ³ /s |
| • altura monométrica | 16,70 m c a |
| • potência calculada | 24,14 CV |
| • potência adotada | 20,00 CV |
| • bomba selecionada | |
| – marca | KSB |
| – modelo | MEGANORM-125-200 |
| – rotação | 1 750 rpm |
| – rotor (aço inoxidável) | 208 mm |
| – rendimento | 82% |

4 - EQUIPE TÉCNICA

- Coordenação

- Elianerva de Queiroz Viana Odísio

CREA 7070 D

- Elaboração

- Nilta Maria Fontenele

CREA 4125 D/Ce

- Telma Rocha Torreão

CREA 10353 D/Pe