

**MÓDULO VI – PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE ANTONINA DO NORTE**

VOLUME III – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

TOMO 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

EDITADO EM OUTUBRO DE 2006

**ÍNDICE**

## ÍNDICE

APRESENTAÇÃO .....	5
1 - INTRODUÇÃO .....	9
2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE .....	17
2.1 - MANANCIAL .....	17
2.2 - DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS .....	17
2.2.1 - Alternativa com Poços Tubulares .....	17
2.2.1.1 - Características Gerais .....	17
2.2.1.2 - Elementos Constituintes do Sistema: .....	19
2.2.2 - Alternativa Captação Superficial .....	21
2.3 - DADOS OPERACIONAIS .....	21
3 - POPULAÇÃO ALVO .....	23
3.1 - TAXAS DE CRESCIMENTO .....	24
3.2 - ANÁLISE DOS DADOS .....	24
3.3 - RESULTADOS OBTIDOS .....	25
4 - DEMANDA E OFERTA D'ÁGUA .....	33
4.1 - CRITÉRIOS ESTABELECIDOS .....	33
4.2 - PARÂMETROS DE PROJETO .....	33
4.3 - VAZÕES DE PROJETO .....	35
4.3.1 - Oferta d'Água .....	35
5 - MANANCIAL .....	41
6 - PROJETO PROPOSTO .....	44
6.1 - DELINEAMENTO DO PROJETO .....	44
6.2 - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS .....	46
6.2.1 - Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB (Captação) ....	46

6.2.2 - Estação Elevatória de Água Tratada.....	47
6.2.3 - Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros - EELF.....	47
6.3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA .....	48
6.4 - SISTEMA ADUTOR.....	50
6.4.1 - Adutora de Água Bruta - AAB.....	50
6.4.2 - Adutora de Água Tratada - AAT.....	50
6.5 - TRANSIENTE HIDRÁULICO E EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO .....	51
6.5.1 - Avaliação do Transiente Hidráulico.....	51
6.6 - RESERVAÇÃO.....	53
6.7 - MOVIMENTO DE TERRA .....	54
6.8 - LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVIS PROPOSTAS .....	54
6.9 - OPERAÇÃO DO SISTEMA .....	54
6.10 - PROJETO ELÉTRICO.....	55
6.10.1 - Objetivo.....	55
6.10.2 - Suprimento de Energia.....	56
6.10.3 - Concepção Geral do Projeto.....	57

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 - ANÁLISE DA ÁGUA**

**ANEXO 2 - MEMORIAL DESCRITIVO DA POLIGONAL DO CONTORNO DA LINHA ADUTORA E DAS OBRAS CIVIS**

**ANEXO 3 - PLANTA DA POLIGONAL DO CONTORNO DA LINHA ADUTORA E DAS OBRAS CIVIS**

**APRESENTAÇÃO**

## APRESENTAÇÃO

Tendo por objetivo a implantação da adutora do sistema de abastecimento d'água do Município de ANTONINA DO NORTE, a Secretaria de Recursos Hídricos – SRH e o Consórcio KL Serviços e Engenharia S/S Ltda, MABE-Infra-Estrutura Serviços S/C Ltda e Enerconsult S.A., firmaram o Contrato N.º 11/PROGERIRH/CE/SRH/2003, de que faz parte a Elaboração do Projeto Executivo da citada adutora.

O Projeto da Adutora de Antonina do Norte se insere no contexto do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH, desenvolvido em parceria com o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD. Foi elaborado de forma a atender aos requisitos contidos nos Termos de Referência relativos ao citado contrato, bem como, às normas pertinentes à elaboração de projetos para sistemas de abastecimento de água.

A fonte hídrica do sistema adutor, ora proposto, será o açude Mamoeiro, cuja barragem, recém projetada, estará localizada em seção do riacho Conceição, afluente do rio Jaguaribe, 13,495 km a montante da sede municipal.

Os volumes e tomos que compõem o acervo do contrato são mencionados na seqüência:

### Módulo I: Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras

VOLUME I: Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos eixos Barráveis e Adutoras.

### Módulo II: Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Relatório Geral – Textos

TOMO 2 – Estudos Hidrológicos

TOMO 3 – Estudos Cartográficos

TOMO 4 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

TOMO 5 – Estudos Pedológicos

VOLUME II: Anteprojeto

TOMO 1 – Relatório de Concepção Geral

TOMO 1A – Desenhos e Plantas

TOMO 1B – Memória de Cálculo

VOLUME III: Avaliações Técnicas, Ambientais, Financeiras e Econômicas

TOMO 1 – Relatório de Avaliações Técnica, Ambiental, Financeira e Econômica

Módulo III: Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA/RIMA)

VOLUME I: EIA

VOLUME II: RIMA

Módulo IV: Projeto Executivo das Barragens

VOLUME I: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo do Projeto

TOMO 2 – Desenhos do Projeto

TOMO 3 – Memória de Cálculo

TOMO 4 – Especificações Técnicas

TOMO 5 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 6 – Síntese

Módulo V: Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

VOLUME I: Levantamento Cadastral

TOMO 1 – Relatório Geral

TOMO 2 – Laudos Individuais de Avaliação

TOMO 3 – Levantamentos Topográficos

VOLUME II: Plano de Reassentamento

TOMO 1 – Relatório Final do Reassentamento

**Módulo VI: Projeto Executivo das Adutoras**

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Levantamentos Topográficos

TOMO 2 – Investigações Geotécnicas

VOLUME II: Anteprojeto

**VOLUME III: Detalhamento do Projeto Executivo**

**TOMO 1 – Memorial Descritivo**

TOMO 2 – Memória de Cálculo

TOMO 3 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

TOMO 5 – Plantas

Módulo VII: Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

VOLUME I: Manuais de Operação e Manutenção

O presente relatório é denominado Volume III – Detalhamento do Projeto Executivo, **Tomo 1 – Memorial Descritivo da Adutora de Antonina do Norte**, e é parte integrante do Módulo VI.





## 1 - INTRODUÇÃO

Com o intuito de oferecer água para abastecimento humano à população radicada na cidade de Antonina do Norte e nas localidades de Vila Luziana e Várzea Nova, daquele município, dentro dos padrões exigidos pela legislação específica vigente e de fonte de suprimento confiável, quanto à regularidade, foram procedidos os estudos consubstanciados no relatório de anteprojeto, já apresentado, em atendimento ao programa desenvolvido pelo Governo do Estado do Ceará, na área de atuação da Secretaria dos Recursos Hídricos, no âmbito do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH, nos quais se apoiou a elaboração do projeto executivo que ora se apresenta.

Informações gerais sobre a região, em que se situa o empreendimento objeto do presente relatório, podem ser assim sumarizadas:

Distância entre Fortaleza e a cidade de Antonina do Norte: 473,0 Km.

Coordenadas geográficas e altitude da sede do município:

- Latitude: 6°46'30";
- Longitude: 39°59'21";
- Altitude: 637,00 m;

Área da superfície geográfica do município: 250,80 km<sup>2</sup>.

Unidades territoriais limítrofes:

- Ao Norte: município de Saboeiro;
- Ao Sul: municípios de Campos Sales e Assaré;
- A Leste: município de Tarrafas;
- A Oeste: município de Aiuaba.

As localidades de Vila Luziana e Várzea Nova serão contempladas pelo presente projeto, em razão de sua proximidade ao traçado do eixo da adutora, ao contrário do que ocorre em relação às demais localidades mencionadas no Relatório Técnico Preliminar-RTP.

Conforme mencionado, o manancial que alimentará a Adutora será o açude Mamoeiro, cuja barragem, recém projetada, estará a 13,495 km da sede municipal,

sendo 7,328 km pela CE-176 e 6,167 km por estrada carroçável. Na **Figura 1.1** são apresentados mapas onde se localiza o Município de Antonina do Norte em relação ao Estado do Ceará e se indicam os pontos extremos e o traçado da adutora.

Um resumo das características principais da adutora é apresentado na ficha técnica a seguir:

## **FICHA TÉCNICA DA ADUTORA DE ANTONINA DO NORTE**

### **- Identificação**

Denominação: ..... Adutora de Antonina do Norte

Estado: ..... Ceará

Município: ..... Antonina do Norte

Localidades atendidas: ..... Sede municipal e localidades de Vila Luziana e Várzea Nova

População beneficiada (ano 2036): 8.026 habitantes

### **- Estruturas e equipamentos**

Tipo de Captação:

\* Flutuante: Plataforma modulada, em fibra de vidro, dimensões: 4,0 m x 4,0 m x 0,60 m

Estação Elevatória de Água Bruta-EEAB (Posicionada sobre a plataforma flutuante):

\* Equipamento de bombeamento sobre a plataforma flutuante:

- Bombas centrífugas de eixo horizontal (2 unidades - uma ativa e uma reserva)

1ª etapa: Bomba – Q: 52,34 m<sup>3</sup>/h

H: 50,0. mca

Motor-Elétrico – P: 20,0 CV, 1750 rpm

2ª etapa: Bomba – Q: 60,0 m<sup>3</sup>/h

H: 51,0 mca

Motor-Elétrico – P: 25,0 CV, 1750 rpm

3ª etapa: Bomba – Q: 67,86 m<sup>3</sup>/h

H: 51,0 mca

Motor-Elétrico – P: 25,0 CV, 1750 rpm

#### Adutora de Água Bruta

##### \* Tubulação

##### - 1º Segmento:

Extensão: 100,0 m

Material: PEAD

Diâmetro (DE): 180,0 mm

##### - 2º Segmento

Extensão: 164,0 m

Material: PVC

Diâmetro (DN): 150,0 mm

##### - 3º Segmento

Extensão: 2857,0 m

Material: PVC

Diâmetro (DN): 150,0 mm

##### \* Vazão:

- 1ª Etapa: 14,54 L/s

- 2ª Etapa: 16,67 L/s

- 3ª Etapa: 18,85 L /s

#### Estação de Tratamento de Água (ETA)

##### \* Componentes:

- Câmara de Carga (NA: 9,00 m)

- Filtros de Fluxo Ascendente (03); DN: 2,50 m
- Filtros de Fluxo Descendente (03); DN 2,00 m
- Leito de Secagem:

Dimensão da célula: 8 x 8 m

Nº de células: 6 unidades

#### Casa de Química

Reservatório Elevado: 150,0 m<sup>3</sup>

#### Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros (EELF):

- \* Bombas centrífugas de eixo horizontal (2 unidades - uma ativa e uma reserva)

- Bomba - Q: 52,34 m<sup>3</sup>/h

H: 23,0 mca

- Motor-Elétrico – P: 15,0 CV, 1750 rpm

#### Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT)

- \* Reservatório apoiado (poço de sucção): 150,0 m<sup>3</sup>

- \* Equipamento de bombeamento:

- Bombas centrífugas de eixo horizontal (2 unidades - uma ativa e uma reserva)

1ª Etapa: Bomba - Q: 50,68 m<sup>3</sup> /h

H: 73,0 mca

Motor-Elétrico – P: 25,0 CV, 1750 rpm

2ª Etapa: Bomba - Q: 58,14 m<sup>3</sup> /h

H: 76,0 mca

Motor-Elétrico – P: 30,0 CV, 1750 rpm

3ª Etapa: Bomba - Q: 65,66 m<sup>3</sup> /h

H: 79,0 mca

Motor-Elétrico – P: 30,0 CV, 1750 rpm

Adutora de Água Tratada:

\* Trecho I

- Extensão: 3.928,0 (Est. 0” à Est. 141+ 7,0 m = 150,0 m; Est 141 + 7,0 m à Est. 330 + 5,0 m: derivação para Várzea Nova)

- Material: PVC

- Diâmetro (DN): 200 mm

- Vazão: 18,24 L/s

\* Trecho II

- Extensão: 6.889,26 m (Est. 330 + 5,0 m à Est. 674 + 14,26 m: RAP - Cidade de Antonina do Norte).

- Material: PVC

- Diâmetro (DN): 200 mm

- Vazão 17,70 L/s

Principais Obras Civis

\* Reservatório Apoiado (Caixa de passagem: N.A. 6,10 mca); Est.16'+4=Est. 6(AAB)

\* Tanque Unidirecional, Ø 2,0 m, h=3,90 m; Est. 331 (AAT)

\* Tanque Unidirecional Ø 2,0 m, h=3,90 m, Est. 481 (AAT)

\* ETA/EEAT: Estaca 141+7,0 m + 160,0 m (Pto.de Cota 353,390) à direita do eixo da adutora (Direção Barragem Mamoeiro -> Cjdade de Antonina do Norte).

\* Reservatório. Apoiado, Cap.:200,0 m<sup>3</sup>, (Estaca 674+14,26 m; Cota 401,623): Cidade de Antonina do Norte.

- **Fonte Hídrica**

Denominação: ..... Barragem Mamoeiro

Município:.....Antonina do Norte-Ce

Sistema: Rio Jaguaribe ..... Bacia do Rio Jaguaribe

Rio Barrado:..... Riacho Conceição

Coordenadas UTM: ..... N:9.249.570; E:382.186

Volume acumulado (cota 355,0 m): 20,683 hm<sup>3</sup>

Volume afluente médio anual.....86,000 hm<sup>3</sup>

Vazão regularizada (90%): ..... 140,0 L/s

## **2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE**



## 2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

### 2.1 – MANANCIAL

O atual Sistema de Abastecimento D'Água, da sede do Município de Antonina do Norte, tem funcionamento precário e atende de maneira insuficiente sua população urbana.

Duas são as fontes de suprimento, utilizadas de maneira alternativa. Uma constitui-se de um conjunto de 5 poços tubulares localizados em termos médios a 420,0 metros de uma estação de bombeamento denominada EE-06. Na outra alternativa a captação d'água se faz no açude Coronel; de diminuta capacidade de acumulação: 1.770.000,0 m<sup>3</sup>. Este último está sujeito a colapso, nos períodos de estio prolongado. Quanto aos poços, localizados às margens de curso d'água, sofrem a influencia da sangria da barragem Canoas, situada à montante, em secção do rio São Gonçalo, no vizinho município de Assaré. Tal influencia se configura por processos de erosão e assoreamento na área em que se localizam.

### 2.2 – DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS

#### 2.2.1 – Alternativa com Poços Tubulares

##### 2.2.1.1 – Características Gerais

Os poços tubulares estão aparelhados com eletrobombas, sendo de 56.80 l/s a vazão do conjunto.

Inicialmente, a água é aduzida para um reservatório apoiado (RAP-01; capac.: 41,0 m<sup>3</sup>), localizado junto à EE-06, acima mencionada, o qual serve de poço de sucção para a mesma e de reservatório de contato da Casa de Química, contígua.

Após tratamento, a adução se faz numa extensão de 9.955,0 m em tubulação PVC DEFoFo, diâmetro nominal 150 mm, até o ponto "A," (Ver croquis na **Figura 2.1**), onde a adutora se conecta ao sistema adutor proveniente da outra alternativa de manancial, o Açude do Coronel. Do ponto "A" "em diante a adução é feita em tubulação de ferro fundido, DN 150, extensão 1.240,0 m, até o reservatório elevado, REL-01 (Capac.: 200,00 m<sup>3</sup>), o qual alimenta a rede de distribuição da área urbana da Cidade de Antonina do Norte.

FIGURA 2.1 - CROQUIS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA ATUAL

### 2.2.1.2 – Elementos Constituintes do Sistema:

#### a) Captação

Extração d'água de 5(cinco) poços tubulares, perfurados em aluvião fluvial, com profundidade média de 16,0 m, níveis estático e dinâmico em torno de 6,0 m e 12,0 m, respectivamente, por meio de eletrobombas que, segundo projeto, oferecem, por poço, as seguintes vazões:

PT-01: 5,0 L/s

PT-02: 3,6 L/s

PT-03: 14,4 L/s

PT-04: 19,4 L/s

PT-05: 14,4 L/s

Vale lembrar que, se tratando de captação d'água em aluvião fluvial, não há garantia de suprimento de água em períodos de estio prolongado, nem constância de níveis de vazão, considerando períodos interanuais.

Dos poços a água é aduzida ao reservatório apoiado da ETA, por meio de 5(cinco) tubulações independentes.

#### b) Tratamento de Água

O sistema de tratamento d'água é composto de um filtro de fluxo ascendente, padrão CAGECE com as seguintes características:

- Área filtrante: 7,0 m<sup>2</sup>;
- Vazão máxima: 54,0 m<sup>3</sup>/h;
- Taxa de filtração máxima: 180 m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>/dia;
- Velocidade de lavagem: 0,70 m/min;
- Produtos químicos utilizados: Cloro gasoso, hipocal, cálcio e sulfato de alumínio.

### c) Adução de Água Tratada

Após tratada, a água é aduzida pela estação elevatória EE-06 até outra elevatória denominada EE-07, por meio de tubulação, que apresenta as características seguintes:

- Extensão: 4.215,0 m;
- Diâmetro nominal: 150 mm;
- Material: PVC DEFoFo.

A partir da EE-07 a adução se faz até o reservatório apoiado denominado RAP-02, sem função dentro do sistema, através de tubulação de características seguintes:

- Extensão: 2.390,0 m;
- Diâmetro nominal: 150 mm;
- Material: PVC DEFoFo.

Deste ponto em diante até o reservatório elevado REL-01 (Capac.: 200,0 m<sup>3</sup>), que alimenta a rede de distribuição urbana, o caminho seguido pela água e as características da tubulação, por trecho, são os seguintes:

Trecho RAP-02 --- > Ponto A:

- Extensão: 3.350,0 m;
- Diâmetro nominal: 150 mm;
- Material: PVC DEFoFo.

Trecho Ponto A --- > REL-01:

- Extensão: 1.240,0 m;
- Diâmetro nominal: 150 mm;
- Material: PVC DEFoFo.

### d) Reservação

O sistema de reservação possui os seguintes reservatórios:

- Reservatório apoiado (RAP-01) com 41,0 m<sup>3</sup> de capacidade;
- Reservatório apoiado (RAP-02) com 150,0 m<sup>3</sup> de capacidade (desativado);
- Reservatório elevado (REL-01) com 200,0 m<sup>3</sup> de capacidade.

e) Rede de Distribuição

A rede de distribuição é em PVC e tem uma extensão de 13733,0 m

### **2.2.2 – Alternativa Captação Superficial**

A opção que considera a alimentação do sistema existente tendo como fonte de suprimento o açude Coronel se constitui dos seguintes componentes:

- a) 1(um) dispositivo flutuante na bacia hidráulica do açude, sobre o qual estão instaladas duas bombas (uma ativa, outra reserva), cuja vazão é de 50,0 m<sup>3</sup>/h., cada.
- b) Tubulação adutora de água bruta, em PEAD/PVC/FOFO; DN 100 mm, extensão 2.354,0 m.
- c) 1(uma) ETA composta de câmara de carga, filtro de fluxo ascendente, padrão CAGECE, casa de química e duas bombas, vazão de 434,2 m<sup>3</sup>/h, cada, para lavagem do filtro
- d) 1(uma) estação elevatória de água tratada, provida de duas bombas (uma de reserva), vazão 40,0 m<sup>3</sup>, cada.
- e) Tubulação adutora de água tratada, em ferro fundido, DN 100 mm, extensão 8.450 m (da ETA ao ponto “A”, ponto este, comum ao sistema adutor da opção: alimentação através de poços).

Vale lembrar que do mencionado ponto “A” em diante o sistema é comum às duas opções e que a adução correspondente à captação superficial é a que atualmente está em operação.

### **2.3 – DADOS OPERACIONAIS**

Os dados operacionais, do sistema de abastecimento atual, disponíveis são os listados no quadro “Dados Físicos de Localidade”, emitido periodicamente pelo escritório central da CAGECE em Fortaleza, cujos valores atualizados em setembro de 2004 são apresentados abaixo.

- a) Ligações de água

- Reais: 1.528;
- Ativas: 1.367
- Medidas: 1.366
- Factivéis: 404
- Potencias: 44

b) Volumes (m3)

- Produzidos: 24.370
- Distribuído: 24.370
- Faturado: 16.866
- Medido: 16.866

c) Medidores Instalados

- Hidrômetros: 1.444
- Macromedidores: 2

**3 – POPULAÇÃO ALVO**

**3 – POPULAÇÃO ALVO**

### 3.1 – TAXAS DE CRESCIMENTO

Na fase de Anteprojeto, com base nos dados dos censos referentes às décadas encerradas nos anos de 1970, 1980, 1991 e 2000, bem como, na contagem de população do ano de 1996, efetuados pelo IBGE, foram verificadas as taxas de crescimento populacional ocorridas nos períodos inter-censitários, enfeixados no intervalo acima considerado, para permitir proceder à determinação de uma taxa de crescimento populacional, com que estimar o incremento do número de habitantes da cidade Antonina do Norte de até o ano de 2036, adotado como horizonte do projeto.

Os dados do IBGE, assim como, as taxas de crescimento, observadas nos períodos acima referidos, são mostrados nos **Quadros 3.1 e 3.2**.

**QUADRO 3.1 – DADOS CENSITÁRIOS DO IBGE**

Localidade	Anos				
	1970	1980	1991	1996	2000
Sede: Antonina do Norte	2.077	2.469	3.120	3.798	4.429

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, 1970, 1980, 1991 e 2000 e Contagem da População, 1996.

**QUADRO 3.2 – TAXAS DE CRESCIMENTO (% a.a.)**

Localidade	Períodos			
	1970-1980	1980-1991	1991-1996	1996-2000
Sede- Antonina do Norte	1,74	2,15	4,01	3,92

Na análise da evolução da população urbana de Antonina do Norte constatam-se taxas de crescimento crescentes no período 1980 -1996. No período seguinte, isto é, de 1996 a 2000 a taxa de crescimento populacional teve uma pequena redução, o que pode ser interpretado como uma tendência para períodos posteriores.

### 3.2 – ANÁLISE DOS DADOS

Para proceder a uma avaliação da expectativa de crescimento populacional foram utilizados os dados acima mencionados e as seguintes equações de regressão:

- Equação Linear

$$y = ax + b$$

- Equação Logarítmica



$$y = a * \ln(x) + b$$

- Equação Polinomial

$$y = ax^2 + bx + c$$

- Equação Potencial

$$y = ax^b$$

- Equação Exponencial

$$y = a.c^{b.x}$$

A partir desta análise, procedeu-se a escolha de um modelo matemático capaz de traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento da população.

As curvas geradas pelo ajuste aos dados populacionais disponíveis, por cada método, são apresentadas na **Figura 3.1**, com suas respectivas equações e coeficientes de correlação. No **Quadro 3.3** encontra-se um comparativo entre a população obtida pelo Censo e a população calculada pelas equações de regressão para os anos de 1970, 1980, 1991, 1996 e 2000.

A evolução da população desde o ano inicial, 2006, até o ano horizonte do projeto, 2036, calculada através de cada equação de regressão é apresentada no **Quadro 3.4**.

Afora a população da sede do município, a presente estimativa está considerando o número de habitantes dos aglomerados urbanos denominados Vila Luziana e Várzea Nova, localizados ao longo da estrada carroçável que dá acesso ao local da barragem Mamoeiro, a partir da rodovia CE-176. Os dados populacionais referentes às citadas localidades foram extraídos do projeto de abastecimento d'água elaborado para as mesmas pelo "Projeto São José,." conforme consta em arquivo na SDLR.

### 3.3 – RESULTADOS OBTIDOS

O quadro comparativo que mostra a relação entre os dados obtidos pelas equações utilizadas e os dados do IBGE, referentes aos censos acima referidos, evidencia um melhor ajustamento dos valores gerados pela equação polinomial aos dados daquele Instituto, do que é possível observar com relação às outras equações, razão porque, optou-se pela adoção da curva polinomial para projetar, ano a ano, até o

horizonte do projeto, a população urbana da sede do município e das localidades de Vila Luziana e Várzea Nova. Assim sendo, o valor da taxa utilizada é 1,46. No **Quadro 3.5** é apresentada a projeção da população ajustada com a equação escolhida, considerando a população do censo de 2000 como a inicial da projeção.

A adoção da taxa de crescimento populacional, acima referida, tem apoio, outrossim, na orientação contida no Manual Operativo do Proágua Semi-Árido, Volume II, 2ª edição, Abril de 2000, pág. 35, sub-ítem 1.1- População Alvo:”. A taxa média para o país é hoje de cerca de 1,5 % ao ano, com tendência decrescente até atingir a estabilidade (crescimento zero) por volta do ano 2020. Dessa maneira não se esperam para as obras do PRÓAGUA-Semi-árido taxas de crescimento para um período de 30 anos de projeção, maiores que 2,1% ao ano, exceto em casos plenamente justificados.”

O **Quadro 3.6** contém a totalização da população alvo do projeto.

QUADROS.XLS/QUADRO 3.3

ARQUIVO – QUADROS.XLS/FIGURA 3.1

QUADROS.XLS/QUADRO 3.4

QUADROS.XLS/QUADRO 3.5

QUADROS.XLS/QUADRO 3.6

(5 páginas)



**QUADRO - 3.3**  
**Quadro Comparativo entre a população obtida pelo Censo**  
**e população calculada segundo as equações**  
**SEDE DE ANTONINA DO NORTE**

Equação Linear

R2

0,9272

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	1.872	2.077	90,1%
1980	2.623	2.469	106,2%
1991	3.449	3.120	110,5%
1996	3.824	3.798	100,7%
2000	4.125	4.429	93,1%
Coeficiente de Correlação			0,9629

Equação Logarítmica

R2

0,9262

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	1.871	2.077	90,1%
1980	2.625	2.469	106,3%
1991	3.450	3.120	110,6%
1996	3.824	3.798	100,7%
2000	4.122	4.429	93,1%
Coeficiente de Correlação			0,9624

Equação Polinomial

R2

0,9291

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	1.838	2.077	88,5%
1980	2.582	2.469	104,6%
1991	3.409	3.120	109,3%
1996	3.788	3.798	99,7%
2000	4.092	4.429	92,4%
Coeficiente de Correlação			0,9639

Equação Potencial

R2

0,9702

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	1.840	2.077	88,6%
1980	2.359	2.469	95,5%
1991	3.096	3.120	99,2%
1996	3.501	3.798	92,2%
2000	3.863	4.429	87,2%
Coeficiente de Correlação			0,9834

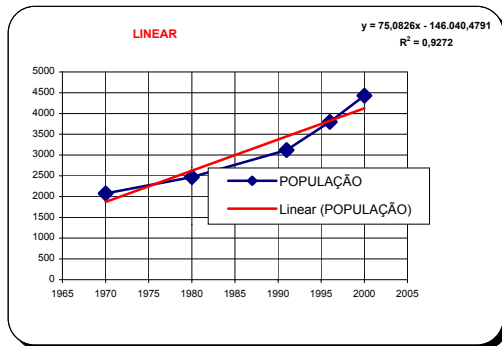
Equação Exponencial

R2

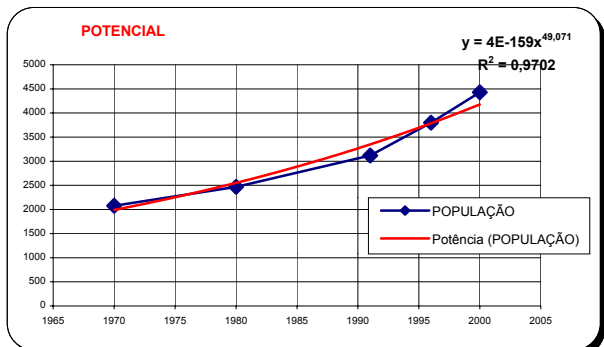
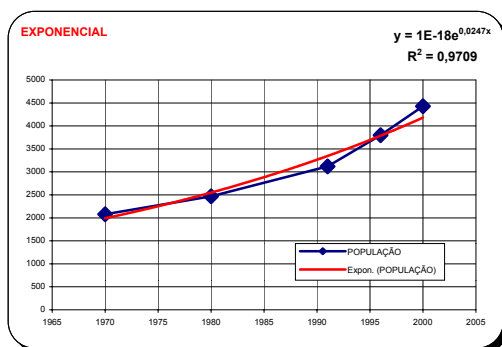
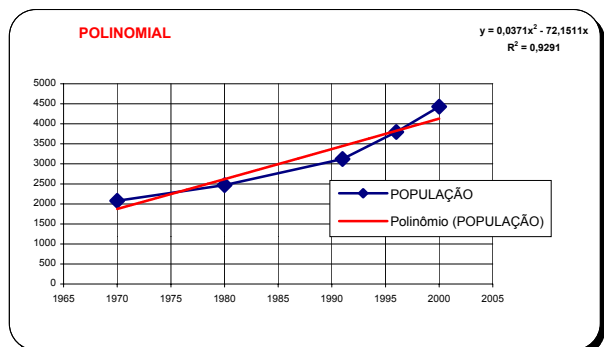
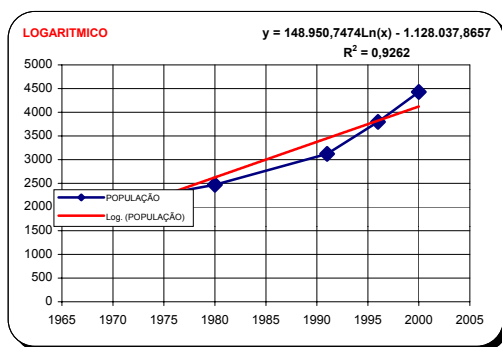
0,9709

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	1.356	2.077	65,3%
1980	1.736	2.469	70,3%
1991	2.278	3.120	73,0%
1996	2.578	3.798	67,9%
2000	2.845	4.429	64,2%
Coeficiente de Correlação			0,9838

Figura 3.1 - CURVAS OBTIDAS COM CADA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO



ANO	POPULAÇÃO
1970	2.077
1980	2.469
1991	3.120
1996	3.798
2000	4.429



**QUADRO 3.4 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO COM AS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO  
 SEDE DE ANTONINA DO NORTE**

<b>CURVA</b>	<b>LINEAR</b>	<b>LOGARÍTMICA</b>	<b>EXPONENCIAL</b>	<b>POTÊNCIA</b>	<b>POLINOMIAL</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,9272</b>	<b>0,9262</b>	<b>0,9709</b>	<b>0,9702</b>	<b>0,9291</b>
<b>Pop.IBGE - Ano de 2000</b>	<b>4.429</b>	<b>4.429</b>	<b>4.429</b>	<b>4.429</b>	<b>4.429</b>
1997	3.899	3.899	2.642	3.588	3.864
1998	3.975	3.973	2.708	3.678	3.940
1999	4.050	4.048	2.776	3.769	4.016
<b>2000</b>	<b>4.125</b>	<b>4.122</b>	<b>2.845</b>	<b>3.863</b>	<b>4.092</b>
2001	4.200	4.197	2.917	3.959	4.168
2002	4.275	4.271	2.990	4.057	4.245
2003	4.350	4.345	3.064	4.158	4.321
2004	4.425	4.420	3.141	4.261	4.398
2005	4.500	4.494	3.219	4.366	4.474
<b>2006</b>	<b>4.575</b>	<b>4.568</b>	<b>3.300</b>	<b>4.474</b>	<b>4.551</b>
2007	4.650	4.643	3.382	4.585	4.628
2008	4.725	4.717	3.467	4.699	4.704
2009	4.800	4.791	3.554	4.815	4.781
2010	4.876	4.865	3.643	4.934	4.858
2011	4.951	4.939	3.734	5.056	4.935
2012	5.026	5.013	3.827	5.181	5.012
2013	5.101	5.087	3.923	5.309	5.089
2014	5.176	5.161	4.021	5.440	5.167
2015	5.251	5.235	4.121	5.574	5.244
<b>2016</b>	<b>5.326</b>	<b>5.309</b>	<b>4.225</b>	<b>5.711</b>	<b>5.321</b>
2017	5.401	5.383	4.330	5.852	5.399
2018	5.476	5.457	4.438	5.996	5.476
2019	5.551	5.531	4.549	6.143	5.554
2020	5.626	5.604	4.663	6.294	5.632
2021	5.701	5.678	4.780	6.449	5.710
2022	5.777	5.752	4.899	6.608	5.787
2023	5.852	5.825	5.022	6.770	5.865
2024	5.927	5.899	5.148	6.936	5.943
2025	6.002	5.973	5.276	7.106	6.021
<b>2026</b>	<b>6.077</b>	<b>6.046</b>	<b>5.408</b>	<b>7.281</b>	<b>6.099</b>
2027	6.152	6.120	5.543	7.459	6.178
2028	6.227	6.193	5.682	7.642	6.256
2029	6.302	6.267	5.824	7.829	6.334
2030	6.377	6.340	5.970	8.020	6.413
2031	6.452	6.413	6.119	8.217	6.491
2032	6.527	6.487	6.272	8.418	6.570
2033	6.602	6.560	6.429	8.623	6.649
2034	6.678	6.633	6.590	8.834	6.727
2035	6.753	6.706	6.755	9.049	6.806
<b>2036</b>	<b>6.828</b>	<b>6.780</b>	<b>6.923</b>	<b>9.270</b>	<b>6.885</b>
<b>Taxa média</b>	<b>1,41</b>	<b>1,39</b>	<b>2,50</b>	<b>2,46</b>	<b>1,46</b>



QUADRO 3.5 - AJUSTE DA PROJEÇÃO POPULACIONAL  
SEDE DE ANTONINA DO NORTE

CURVA	POLINOMIAL OBTIDA	POLINOMIAL OBTIDA	POLINOMIAL AJUSTADA
R <sup>2</sup>	0,9291	0,9291	0,9291
Pop.IBGE - Ano de 2000	4.429	Taxa anual (%a.a.)	4.429
<b>2000</b>	<b>4.092</b>	<b>1,8642</b>	<b>4.429</b>
2001	4.168	1,8319	4.512
2002	4.245	1,8007	4.594
2003	4.321	1,7705	4.677
2004	4.398	1,7414	4.760
2005	4.474	1,7133	4.843
<b>2006</b>	<b>4.551</b>	<b>1,6860</b>	<b>4.926</b>
2007	4.628	1,6597	5.009
2008	4.704	1,6342	5.092
2009	4.781	1,6094	5.175
2010	4.858	1,5855	5.258
2011	4.935	1,5622	5.342
2012	5.012	1,5397	5.425
2013	5.089	1,5178	5.509
2014	5.167	1,4965	5.592
2015	5.244	1,4759	5.676
<b>2016</b>	<b>5.321</b>	<b>1,4558</b>	<b>5.760</b>
2017	5.399	1,4363	5.844
2018	5.476	1,4173	5.927
2019	5.554	1,3988	6.011
2020	5.632	1,3809	6.096
2021	5.710	1,3634	6.180
2022	5.787	1,3463	6.264
2023	5.865	1,3297	6.348
2024	5.943	1,3135	6.433
2025	6.021	1,2977	6.517
<b>2026</b>	<b>6.099</b>	<b>1,2823</b>	<b>6.602</b>
2027	6.178	1,2672	6.686
2028	6.256	1,2526	6.771
2029	6.334	1,2382	6.856
2030	6.413	1,2243	6.941
2031	6.491	1,2106	7.026
2032	6.570	1,1972	7.111
2033	6.649	1,1842	7.196
2034	6.727	1,1714	7.281
2035	6.806	1,1590	7.367
<b>2036</b>	<b>6.885</b>	-	<b>7.452</b>
Taxa média	1,46	1,46	1,46

**QUADRO 3.6 - TOTALIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO**

Localidade	Antonina do Norte	Vila Luziana	Vázea Nova	TOTAL
Tx Cresc (% ao ano)	1,46	1,46	1,46	
<b>2000</b>	<b>4.429</b>	-	-	<b>4.429</b>
2001	4.512	-	-	4.512
2002	4.594	-	-	4.594
2003	4.677	<b>188</b>	<b>168</b>	<b>5.033</b>
2004	4.760	191	170	5.121
2005	4.843	194	173	5.209
<b>2006</b>	<b>4.926</b>	<b>196</b>	175	5.297
2007	5.009	199	178	5.386
2008	5.092	202	181	5.475
2009	5.175	205	183	5.563
2010	5.258	208	186	5.652
2011	5.342	211	189	5.741
2012	5.425	214	191	5.831
2013	5.509	217	194	5.920
2014	5.592	220	197	6.010
2015	5.676	224	200	6.100
<b>2016</b>	<b>5.760</b>	<b>227</b>	<b>203</b>	<b>6.190</b>
2017	5.844	230	206	6.280
2018	5.927	234	209	6.370
2019	6.011	237	212	6.460
2020	6.096	241	215	6.551
2021	6.180	244	218	6.642
2022	6.264	248	221	6.733
2023	6.348	251	224	6.824
2024	6.433	255	228	6.915
2025	6.517	259	231	7.007
<b>2026</b>	<b>6.602</b>	<b>262</b>	<b>234</b>	<b>7.099</b>
2027	6.686	266	238	7.191
2028	6.771	270	241	7.283
2029	6.856	274	245	7.375
2030	6.941	278	248	7.467
2031	7.026	282	252	7.560
2032	7.111	286	256	7.653
2033	7.196	290	260	7.746
2034	7.281	295	263	7.839
2035	7.367	299	267	7.933
<b>2036</b>	<b>7.452</b>	<b>303</b>	<b>271</b>	<b>8.026</b>





## 4 – DEMANDA E OFERTA D'ÁGUA

### 4.1 – CRITÉRIOS ESTABELECIDOS

#### a) Consumo “per capita”:

Foi estabelecida uma taxa de consumo “per capita” líquida (q) de 112,5 L/hab/dia para a sede do município de Antonina do Norte e 90 L/hab/dia para Vila Luziana e Várzea Nova.

#### b) Eficiência do Sistema

No cálculo da vazão de dimensionamento levaram-se em conta as perdas d'água do sistema, admitidas em 25%, tendo por base sistemas semelhantes operados pela CAGECE.

### 4.2 – PARÂMETROS DE PROJETO

De acordo com os critérios estabelecidos e orientação constante do Termo de Referência, definiram-se os seguintes parâmetros de cálculo:

- Ano inicial do plano.....	2.006
- Horizonte de projeto da 1ª Etapa.....	2.016
- Horizonte de projeto da 2ª Etapa.....	2.026
- Horizonte de projeto da 3ª Etapa.....	2.036
• População alvo da Sede de Antonina do Norte	
- 1ª Etapa.....	5.760 hab.
- 2ª Etapa.....	6.602 hab.
- 3ª Etapa.....	7452 hab
• População alvo das localidades de Vila Luziana e Várzea Nova	
- 1ª Etapa.....	430 hab.
- 2ª Etapa.....	497 hab.
- 3ª Etapa.....	574 hab.

- População alvo total
  - 1ª Etapa.....6.190 hab.
  - 2ª Etapa.....7.099 hab.
  - 3ª Etapa.....8.026 hab.
- Índice de Abastecimento (iab)
  - Sede de Antonina do Norte ..... 95%
  - Vila Luziana e Várzea Nova ..... 100%
- Índice de Perdas no Sistema (ip).....25%
- Consumo “Per Capita” Bruto (qb).....q / (1-(ip/100))
  - Sede de Antonina do Norte ..... 150 L/hab/dia
  - Vila Luziana e Várzea Nova ..... 120 L/hab/dia
- Coeficiente de Majoração p/ o Dia de Maior Consumo (K1).....1,20
- Coeficiente de Majoração p/ a Hora de Maior Consumo (K2).....1,50
- Tempo de Operação Máximo Diário (Td).....20 h

A vazão de projeto foi definida em função do tempo de operação diário, estabelecido em 20 horas, considerando-se: para dimensionamento das bombas as condições de operação ao final de cada das três décadas previstas no projeto e o final da última década para o dimensionamento da tubulação e estruturas de tratamento e reservação de água tratada, conforme se indica no **Quadro 4.1**.

**QUADRO 4.1 – Fases Consideradas para Dimensionamento do Sistema**

Ano	Equipamento de Bombeamento	Estrutura de Tratamento e Reservação D'Água	Tubulação
2016	X		
2026	X		
2036	X	X	X

## 4.3 – VAZÕES DE PROJETO

### 4.3.1 – Oferta d'Água

De acordo com os parâmetros estabelecidos no item anterior e com os dados referentes à projeção da população, foram calculadas as vazões brutas com o uso das seguintes expressões:

- Vazão média ( $Q_m$  : L/s)

$$Q_m = (P_n \times q_b \times (i_{ab}/100)/86400) \times 24/T_d$$

- Vazão máxima diária ( $Q_{maxd}$ : L/s)

$$Q_{maxd} = Q_m \times k_1$$

- Vazão máxima horária ( $Q_{maxh}$ : L/s)

$$Q_{maxh} = Q_{maxd} \times K_2.$$

As vazões resultantes da utilização dos dados disponíveis e dos critérios adotados são as apresentadas no **Quadro 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5**.



QUADRO 4.2 - TOTAL DO PROJETO: População x Demandas

Ano	Pop. (hab.)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (L/s) - 20 h	
				Média	Máx.dia.
2006	5.297	204.358,81	272.478,42	10,37	12,44
2007	5.386	207.776,77	277.035,69	10,54	12,65
2008	5.475	211.200,46	281.600,61	10,72	12,86
2009	5.563	214.629,92	286.173,23	10,89	13,07
2010	5.652	218.065,20	290.753,60	11,06	13,28
2011	5.741	221.506,33	295.341,77	11,24	13,49
<b>2012</b>	<b>5.831</b>	<b>224.953,35</b>	<b>299.937,80</b>	<b>11,41</b>	<b>13,70</b>
2013	5.920	228.406,30	304.541,74	11,59	13,91
2014	6.010	231.865,23	309.153,64	11,76	14,12
2015	6.100	235.330,17	313.773,56	11,94	14,33
2016	6.190	238.801,17	318.401,56	12,12	14,54
2017	6.280	242.278,27	323.037,69	12,29	14,75
2018	6.370	245.761,51	327.682,01	12,47	14,96
2019	6.460	249.250,93	332.334,58	12,65	15,18
2020	6.551	252.746,59	336.995,46	12,82	15,39
2021	6.642	256.248,53	341.664,70	13,00	15,60
<b>2022</b>	<b>6.733</b>	<b>259.756,78</b>	<b>346.342,38</b>	<b>13,18</b>	<b>15,81</b>
2023	6.824	263.271,41	351.028,54	13,36	16,03
2024	6.915	266.792,45	355.723,26	13,54	16,24
2025	7.007	270.319,95	360.426,60	13,71	16,46
2026	7.099	273.853,97	365.138,63	13,89	16,67
2027	7.191	277.394,55	369.859,40	14,07	16,89
2028	7.283	280.941,74	374.588,99	14,25	17,10
2029	7.375	284.495,59	379.327,46	14,43	17,32
2030	7.467	288.056,16	384.074,88	14,61	17,54
2031	7.560	291.623,50	388.831,33	14,80	17,75
<b>2032</b>	<b>7.653</b>	<b>295.197,65</b>	<b>393.596,87</b>	<b>14,98</b>	<b>17,97</b>
2033	7.746	298.778,68	398.371,57	15,16	18,19
2034	7.839	302.366,64	403.155,52	15,34	18,41
2035	7.933	305.961,58	407.948,77	15,52	18,63
2036	8.026	309.563,56	412.751,41	15,71	18,85

**QUADRO 4.3 - ANTONINA DO NORTE: Evolução das Demandas e Reservação Necessária**

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (L/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (L/s) - 20 h		Reserv. Nec. ( m3 )
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia.	
2006	1,6860	4.926	25	112,50	150,00	95,00	192.144,48	256.192,63	9,75	11,70	280,76
2007	1,6597	5.009	25	112,50	150,00	95,00	195.384,10	260.512,13	9,91	11,90	285,49
2008	1,6342	5.092	25	112,50	150,00	95,00	198.626,86	264.835,81	10,08	12,09	290,23
2009	1,6094	5.175	25	112,50	150,00	95,00	201.872,75	269.163,66	10,24	12,29	294,97
2010	1,5855	5.258	25	112,50	150,00	95,00	205.121,77	273.495,69	10,41	12,49	299,72
2011	1,5622	5.342	25	112,50	150,00	95,00	208.373,93	277.831,90	10,57	12,69	304,47
<b>2012</b>	<b>1,5397</b>	<b>5.425</b>	<b>25</b>	<b>112,50</b>	<b>150,00</b>	<b>95,00</b>	<b>211.629,21</b>	<b>282.172,29</b>	<b>10,74</b>	<b>12,88</b>	<b>309,23</b>
2013	1,5178	5.509	25	112,50	150,00	95,00	214.887,64	286.516,85	10,90	13,08	313,99
2014	1,4965	5.592	25	112,50	150,00	95,00	218.149,19	290.865,59	11,07	13,28	318,76
2015	1,4759	5.676	25	112,50	150,00	95,00	221.413,88	295.218,50	11,23	13,48	323,53
2016	1,4558	5.760	25	112,50	150,00	95,00	224.681,70	299.575,60	11,40	13,68	328,30
2017	1,4363	5.844	25	112,50	150,00	95,00	227.952,65	303.936,87	11,57	13,88	333,08
2018	1,4173	5.927	25	112,50	150,00	95,00	231.226,74	308.302,31	11,73	14,08	337,87
2019	1,3988	6.011	25	112,50	150,00	95,00	234.503,95	312.671,94	11,90	14,28	342,65
2020	1,3809	6.096	25	112,50	150,00	95,00	237.784,31	317.045,74	12,06	14,48	347,45
2021	1,3634	6.180	25	112,50	150,00	95,00	241.067,79	321.423,72	12,23	14,68	352,25
<b>2022</b>	<b>1,3463</b>	<b>6.264</b>	<b>25</b>	<b>112,50</b>	<b>150,00</b>	<b>95,00</b>	<b>244.354,41</b>	<b>325.805,88</b>	<b>12,40</b>	<b>14,88</b>	<b>357,05</b>
2023	1,3297	6.348	25	112,50	150,00	95,00	247.644,16	330.192,21	12,56	15,08	361,85
2024	1,3135	6.433	25	112,50	150,00	95,00	250.937,04	334.582,72	12,73	15,28	366,67
2025	1,2977	6.517	25	112,50	150,00	95,00	254.233,06	338.977,41	12,90	15,48	371,48
2026	1,2823	6.602	25	112,50	150,00	95,00	257.532,20	343.376,27	13,07	15,68	376,30
2027	1,2672	6.686	25	112,50	150,00	95,00	260.834,49	347.779,32	13,23	15,88	381,13
2028	1,2526	6.771	25	112,50	150,00	95,00	264.139,90	352.186,53	13,40	16,08	385,96
2029	1,2382	6.856	25	112,50	150,00	95,00	267.448,45	356.597,93	13,57	16,28	390,79
2030	1,2243	6.941	25	112,50	150,00	95,00	270.760,13	361.013,50	13,74	16,48	395,63
2031	1,2106	7.026	25	112,50	150,00	95,00	274.074,94	365.433,26	13,91	16,69	400,47
<b>2032</b>	<b>1,1972</b>	<b>7.111</b>	<b>25</b>	<b>112,50</b>	<b>150,00</b>	<b>95,00</b>	<b>277.392,89</b>	<b>369.857,18</b>	<b>14,07</b>	<b>16,89</b>	<b>405,32</b>
2033	1,1842	7.196	25	112,50	150,00	95,00	280.713,97	374.285,29	14,24	17,09	410,18
2034	1,1714	7.281	25	112,50	150,00	95,00	284.038,18	378.717,57	14,41	17,29	415,03
2035	1,1590	7.367	25	112,50	150,00	95,00	287.365,52	383.154,03	14,58	17,50	419,89
2036	-	7.452	25	112,50	150,00	95,00	290.696,00	387.594,67	14,75	17,70	424,76

**QUADRO 4.4 - VILA LUZIANA: Evolução das Demandas e Reservação Necessária**

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita		Nível de Atend. (%)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (L/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m3)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia.	
2006	1,46	196	25	90,00	120,00	100,00	6.450,27	8.600,36	0,33	0,39	9,43
2007		199	25	90,00	120,00	100,00	6.544,44	8.725,92	0,33	0,40	9,56
2008		202	25	90,00	120,00	100,00	6.639,99	8.853,32	0,34	0,40	9,70
2009		205	25	90,00	120,00	100,00	6.736,94	8.982,58	0,34	0,41	9,84
2010		208	25	90,00	120,00	100,00	6.835,29	9.113,73	0,35	0,42	9,99
2011		211	25	90,00	120,00	100,00	6.935,09	9.246,79	0,35	0,42	10,13
<b>2012</b>		<b>214</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>7.036,34</b>	<b>9.381,79</b>	<b>0,36</b>	<b>0,43</b>	<b>10,28</b>
2013		217	25	90,00	120,00	100,00	7.139,07	9.518,76	0,36	0,43	10,43
2014		220	25	90,00	120,00	100,00	7.243,30	9.657,74	0,37	0,44	10,58
2015		224	25	90,00	120,00	100,00	7.349,06	9.798,74	0,37	0,45	10,74
2016		227	25	90,00	120,00	100,00	7.456,35	9.941,80	0,38	0,45	10,90
2017		230	25	90,00	120,00	100,00	7.565,21	10.086,95	0,38	0,46	11,05
2018		234	25	90,00	120,00	100,00	7.675,67	10.234,22	0,39	0,47	11,22
2019		237	25	90,00	120,00	100,00	7.787,73	10.383,64	0,40	0,47	11,38
2020		241	25	90,00	120,00	100,00	7.901,43	10.535,24	0,40	0,48	11,55
2021		244	25	90,00	120,00	100,00	8.016,79	10.689,06	0,41	0,49	11,71
<b>2022</b>		<b>248</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>8.133,84</b>	<b>10.845,12</b>	<b>0,41</b>	<b>0,50</b>	<b>11,89</b>
2023		251	25	90,00	120,00	100,00	8.252,59	11.003,46	0,42	0,50	12,06
2024		255	25	90,00	120,00	100,00	8.373,08	11.164,11	0,42	0,51	12,23
2025		259	25	90,00	120,00	100,00	8.495,33	11.327,10	0,43	0,52	12,41
2026		262	25	90,00	120,00	100,00	8.619,36	11.492,48	0,44	0,52	12,59
2027		266	25	90,00	120,00	100,00	8.745,20	11.660,27	0,44	0,53	12,78
2028		270	25	90,00	120,00	100,00	8.872,88	11.830,51	0,45	0,54	12,96
2029		274	25	90,00	120,00	100,00	9.002,43	12.003,23	0,46	0,55	13,15
2030		278	25	90,00	120,00	100,00	9.133,86	12.178,48	0,46	0,56	13,35
2031		282	25	90,00	120,00	100,00	9.267,22	12.356,29	0,47	0,56	13,54
<b>2032</b>		<b>286</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>9.402,52</b>	<b>12.536,69</b>	<b>0,48</b>	<b>0,57</b>	<b>13,74</b>
2033		290	25	90,00	120,00	100,00	9.539,79	12.719,72	0,48	0,58	13,94
2034		295	25	90,00	120,00	100,00	9.679,07	12.905,43	0,49	0,59	14,14
2035		299	25	90,00	120,00	100,00	9.820,39	13.093,85	0,50	0,60	14,35
2036	303	25	90,00	120,00	100,00	9.963,77	13.285,02	0,51	0,61	14,56	

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita		Nível de Atend. (%)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (L/s) - 20 h		Reserv. Nec. ( m3 )
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia.	
<b>2006</b>	<b>1,46</b>	<b>175</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>5.764,07</b>	<b>7.685,43</b>	<b>0,29</b>	<b>0,35</b>	<b>8,42</b>
2007		178	25	90,00	120,00	100,00	5.848,23	7.797,63	0,30	0,36	8,55
2008		181	25	90,00	120,00	100,00	5.933,61	7.911,48	0,30	0,36	8,67
2009		183	25	90,00	120,00	100,00	6.020,24	8.026,99	0,31	0,37	8,80
2010		186	25	90,00	120,00	100,00	6.108,14	8.144,18	0,31	0,37	8,93
2011		189	25	90,00	120,00	100,00	6.197,31	8.263,09	0,31	0,38	9,06
2012		191	25	90,00	120,00	100,00	6.287,80	8.383,73	0,32	0,38	9,19
2013		194	25	90,00	120,00	100,00	6.379,60	8.506,13	0,32	0,39	9,32
2014		197	25	90,00	120,00	100,00	6.472,74	8.630,32	0,33	0,39	9,46
2015		200	25	90,00	120,00	100,00	6.567,24	8.756,32	0,33	0,40	9,60
<b>2016</b>		<b>203</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>6.663,12</b>	<b>8.884,16</b>	<b>0,34</b>	<b>0,41</b>	<b>9,74</b>
2017		206	25	90,00	120,00	100,00	6.760,40	9.013,87	0,34	0,41	9,88
2018		209	25	90,00	120,00	100,00	6.859,11	9.145,47	0,35	0,42	10,02
2019		212	25	90,00	120,00	100,00	6.959,25	9.279,00	0,35	0,42	10,17
2020		215	25	90,00	120,00	100,00	7.060,85	9.414,47	0,36	0,43	10,32
2021		218	25	90,00	120,00	100,00	7.163,94	9.551,92	0,36	0,44	10,47
2022		221	25	90,00	120,00	100,00	7.268,54	9.691,38	0,37	0,44	10,62
2023		224	25	90,00	120,00	100,00	7.374,66	9.832,88	0,37	0,45	10,78
2024		228	25	90,00	120,00	100,00	7.482,33	9.976,44	0,38	0,46	10,93
2025		231	25	90,00	120,00	100,00	7.591,57	10.122,09	0,39	0,46	11,09
<b>2026</b>		<b>234</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>7.702,41</b>	<b>10.269,87</b>	<b>0,39</b>	<b>0,47</b>	<b>11,25</b>
2027		238	25	90,00	120,00	100,00	7.814,86	10.419,81	0,40	0,48	11,42
2028		241	25	90,00	120,00	100,00	7.928,96	10.571,94	0,40	0,48	11,59
2029		245	25	90,00	120,00	100,00	8.044,72	10.726,29	0,41	0,49	11,75
2030		248	25	90,00	120,00	100,00	8.162,17	10.882,90	0,41	0,50	11,93
2031		252	25	90,00	120,00	100,00	8.281,34	11.041,79	0,42	0,50	12,10
2032		256	25	90,00	120,00	100,00	8.402,25	11.203,00	0,43	0,51	12,28
2033		260	25	90,00	120,00	100,00	8.524,92	11.366,56	0,43	0,52	12,46
2034		263	25	90,00	120,00	100,00	8.649,39	11.532,51	0,44	0,53	12,64
2035		267	25	90,00	120,00	100,00	8.775,67	11.700,89	0,45	0,53	12,82
<b>2036</b>	<b>271</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>8.903,79</b>	<b>11.871,72</b>	<b>0,45</b>	<b>0,54</b>	<b>13,01</b>	



**5 – MANANCIAL**

## 5 - MANANCIAL

A fonte de suprimento d'água que dará suporte à adutora será o açude Mamoeiro, cuja barragem, recém projetada, estará localizada a aproximadamente 13,0 km da cidade de Antonina do Norte, estando o acesso à mesma garantido por estrada carroçável e pela CE-176. Barrará o riacho Conceição afluente do rio Jaguaribe pela margem direita. Sua bacia de contribuição conta com uma área de 1.887,6. km<sup>2</sup>. A bacia hidráulica, com 369 ha, acumulará um volume de 20,683 hm<sup>3</sup>, à cota 355,0 m, correspondente ao nível da soleira do sangradouro.

De acordo com a versão definitiva dos estudos hidrológicos realizados, sua vazão regularizada é de 140,00 L/s, com 90% de garantia.

### **Ficha Técnica da Barragem Mamoeiro.**

#### IDENTIFICAÇÃO

Denominação:.....Barragem Mamoeiro

Estado:.....Ceará

Município:.....Antonina do Norte

Sistema: .....Jaguaribe.

Curso d'água barrado: .....Riacho Conceição.

#### PRINCIPAIS DADOS E CARACTERÍSTICAS

Maciço: .....CCR

Cota do coroamento: .....363,30 m

Cota da soleira do sangradouro: .....355,00 m

Cota da tomada d'água .....346,55 m

Volume morto .....338,00 m

Capacidade de acumulação:.....20,683 hm<sup>3</sup>

Largura do sangradouro: .....80,0 m

Área da Bacia Hidrográfica: .....1.887,6 km<sup>2</sup>.

Área da bacia hidráulica.....369,0 ha

Volume afluente médio anual.....86,0 hm<sup>3</sup>

Vazão regularizada ( 90% de garantia):.....140 m<sup>3</sup>/s

Na determinação da vazão regularizada foi utilizado o método do “Diagrama Triangular de Regularização”, do Prof. Nilson Beserra Campos (UFC).

## **6 – PROJETO PROPOSTO**

## 6 – PROJETO PROPOSTO

### 6.1 – DELINEAMENTO DO PROJETO

O esboço geral do projeto se delinea da forma descrita a seguir:

A captação far-se-á na bacia hidráulica do açude Mamoeiro, em ponto localizado a 75,0 metros da barragem, segundo perpendicular a seu eixo. Referido ponto de captação se impõe face às condições locais de relevo, posicionamento do maciço do barramento e do caminhamento estudado para a adutora de água bruta.

O equipamento de bombeamento da captação constará de duas bombas centrífugas, eixo horizontal, uma das quais de reserva, acionadas por motores elétricos, constituindo o conjunto a EEAB (Estação Elevatória de Água Bruta), a qual estará instalada sobre uma plataforma flutuante.

Da EEAB a água será aduzida para uma ETA, que deverá situar-se a 3.191 m daquela estação, em ponto definido a 160,0 m a direita da estaca 141+7,0 m do eixo da adutora, localizado na periferia do povoado de Vila Luziana. A adução far-se-á, inicialmente, por meio de tubulação em polietileno de alta densidade (PEAD), PN-8, diâmetro externo 180 mm, extensão de 160 m e terá continuidade através de 3.031 m de tubulação em PVC DEFOFO, DN 150 mm, pressão de serviço 1,0 MPa. À sua chegada à mencionada vila a tubulação adutora de água bruta estará conectada ao conjunto câmara de carga/aerador da ETA que, por sua vez, se interligará a três conjuntos de filtros fluxo ascendente e descendente, Ø 2,5 e 2,0 m, respectivamente, os quais alimentarão um poço de sucção.

A partir deste, as unidades de bombeamento de uma estação elevatória (EEAT), em número de duas (uma de reserva), acionadas por motores elétricos, aduzirão água tratada até reservatório apoiado, localizado na periferia da cidade de Antonina do Norte, em ponto de cota 401,623 m, estaca 674+14,26 m. O ponto inicial da adutora de água tratada estará situado a 150,0 m à direita da estaca 141+7,0 m, em Vila Luziana. À altura da estaca 330+5,0 m, cota 386,86, localizar-se-á a derivação para o reservatório apoiado que alimentará a rede de distribuição do povoado de Várzea Nova, ora em implantação, através do Projeto São José. Às estacas 331 e 481 (cotas 387,55 e 400,563, respectivamente) estarão localizados Tanques Unidirecionais (Ø 2,0 m, h=3,90 m), que garantirão a integridade do sistema adutor com relação a efeitos de transientes hidráulicos.

A tubulação da AAT (Adutora de Água Tratada) será em PVC DEFOFO, 1 MPa, DN 200 e terá extensão de 10.817,26 m.

As tubulações adutoras de água bruta e água tratada serão enterradas, assentadas em vala de profundidade em torno de 1,0 m e 0,80 m de largura.

Para Vila Luziana será destinada uma vazão de 0,61 L/s. Referida localidade será abastecida através de reservatório elevado de 150 m<sup>3</sup> a ser construído na área da ETA, o qual terá por função, outrossim, atender a lavagem dos filtros, devendo ser alimentado pela Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros (EELF), a qual captará água do poço de sucção comum à EEAT, Estação Elevatória de Água Tratada.

A EELF constará de duas bombas centrifugas (uma ativa e uma reserva), eixo horizontal, acionadas por motores elétricos.

As moradias de Vila Luziana serão atendidas pela rede de distribuição, ora em execução pelo “Projeto São José” à qual se interligará o reservatório elevado acima mencionado, por meio de tomada propiciada por colar instalado na tubulação de descida de água tratada para lavagem dos filtros. A interligação entre o colar e a rede de distribuição será definida e efetuada pelo Projeto São José, através de tubulação de 150 m de extensão, em PVC, DN 75 mm.

Da estaca 141+7,0 m, em Vila Luziana, à estaca 330+5,0 m, ponto de derivação para o reservatório apoiado de Várzea Nova, a adutora conduzirá uma vazão de 18,24 l/s. Neste ponto, destinará ao referido reservatório uma vazão de 0,54 l/s, para abastecimento daquela localidade, a qual será atendida por rede de distribuição, ora em implantação pelo Projeto São José, conforme mencionado. Vale ressaltar que citado reservatório, com capacidade de 50,0 m<sup>3</sup>, se localiza em ponto elevado, de modo a atender suficientemente a rede de abastecimento da mencionada localidade, à qual se encontra conectado.

No último trecho, isto é, da estaca 330+5,0 m à estaca 674+14,26 m, a vazão será de 17,70 L/s, que é a vazão destinada à sede do município.

No tocante a reservação, deverá ser construído um reservatório elevado junto ao complexo ETA/EEAT, com capacidade de 150 m<sup>3</sup>, o qual destinará água para lavagem dos filtros e suprirá o sistema de abastecimento de Vila Luziana, conforme já citado. No ponto final da adutora de água tratada, definido pela estaca 674+14,26 m (cota 401,623), será construído um reservatório apoiado de 200,0 m<sup>3</sup>, o qual terá domínio topográfico sobre a área de expansão da cidade, devendo ser interligado à rede de distribuição da cidade de Antonina do Norte, através de tubulação em PVC de 150 mm de diâmetro, extensão de 571,02, em ponto de cota 374,02, localizado a 65,0m do reservatório elevado existente naquela localidade, cuja capacidade é de 200 m<sup>3</sup>, (cota TN 375; fuste de 15,0 m). Referido reservatório está em bom estado de conservação, constatado por observação local, e em perfeitas condições operacionais, segundo o

encarregado local da CAGECE. A reservação de água para Várzea Nova será feita no reservatório apoiado de 50,0 m<sup>3</sup> já construído e localizado nas proximidades da estaca 330+5,0 m da Adutora de Água Tratada, conforme mencionado. **Ver a Figura 6.1.**

O caminhamento da adutora e a execução das obras civis projetadas irão demandar desapropriação de áreas, para sua construção. Assim, elaborou-se as poligonais de contorno da linha adutora e das obras civis a fim de subsidiar a elaboração do termo de servidão pública das citadas obras. No **Anexo 2**, apresentam-se os memoriais com a descrição de todos os pontos das poligonais de contorno da linha adutora e obras civis, com ângulos e distâncias. No **Anexo 3**, destaca-se as plantas das poligonais.

Em relação a transiente hidráulico, na adutora de água bruta, foram considerados três dispositivos de controle: válvula dissipadora de onda, chaminé de equilíbrio e caixa de passagem. Dos estudos procedidos resultou na decisão de adotar dois desses dispositivos, a saber: uma válvula dissipadora de onda e uma caixa de passagem, por melhor se enquadrarem no caso estudado. O cotejo estabelecido entre o emprego da chaminé de equilíbrio e da caixa de passagem permitiu verificar que em relação ao porte da estrutura (diâmetro e altura) seriam equivalentes, com a vantagem que o emprego dessa última permitiria estabelecer um trecho pressurizado de menor extensão e um trecho gravitativo de maior comprimento. Tal fato possibilita um melhor controle de operação do sistema e maior segurança com relação ao amortecimento de transientes hidráulicos.

## 6.2 – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

### 6.2.1 – Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB (Captação)

O dispositivo de captação compreende:

- a) Plataforma flutuante: composta por módulos fabricados com resina poliéster, reforçada com fibra de vidro, com injeção de espuma rígida de poliuretano na interface, providos de encaixe do tipo “wedge insert”, com travamento em três planos. Dimensões do módulo: 1,0 m x 1,0 m x 0,6 m; Área da Plataforma: 16,0 m<sup>2</sup>.
- b) Equipamento de bombeamento instalado sobre a plataforma flutuante: 2 bombas centrífugas (uma de reserva) eixo horizontal, acionadas por motores elétricos trifásicos; tubulação de sucção, barrilete e equipamento hidromecânico de proteção. No **Quadro 6.1** encontram-se as principais características da EEAB.

#### QUADRO 6.1 – Características da EEAB

ETAPAS	VAZÃO (L/s)	HMT (m)	POTÊNCIA (CV)
1ª ETAPA	14,54	50	20
2ª ETAPA	16,67	51	25
3ª ETAPA	18,85	51	25

c) Sub-estação elétrica, 45,0 KVA, cubículo de proteção dos quadros elétricos e abrigo do operador de bombas: à margem da bacia hidráulica. Cabos elétricos interligando os quadros elétricos às bombas sobre o flutuante, os quais “correrão” em paralelo à tubulação PEAD, apoiados igualmente sobre os módulos flutuantes que dão sustentação àquela tubulação.

#### 6.2.2 - Estação Elevatória de Água Tratada

A Estação Elevatória de Água Tratada compor-se-á de:

a) Equipamento de bombeamento para alimentação da tubulação adutora, AAT:

Duas Bombas centrífugas (uma de reserva), eixo horizontal, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos trifásicos. No **Quadro 6.2** encontram-se as principais características da EEAT.

#### QUADRO 6.2 – Características da EEAT

ETAPAS	VAZÃO (L/s)	HMT (m)	POTÊNCIA (CV)
1ª ETAPA	14,08	73	25
2ª ETAPA	16,15	76	30
3ª ETAPA	18,24	79	30

b) Equipamento hidromecânico de controle e proteção e equipamento elétrico de comando e proteção das unidades de bombeamento.

c) Obra civil (casa de bombas), onde estarão instalados as unidades de bombeamento e os equipamentos de proteção.

d) Sub-estação elétrica de 75,0 kVA

#### 6.2.3 - Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros - EELF

As unidades de bombeamento desta estação, conforme mencionado, serão em números de duas (uma de reserva) e bombearão água tratada para o reservatório elevado a ser construído junto ao complexo ETA/EEAT. Citado reservatório, com



capacidade de 150 m<sup>3</sup>, oferecerá carga suficiente para lavagem dos filtros e fará também o suprimento d'água da casa de química, do abrigo do operador de bombas e alimentará a rede de distribuição do povoado de Vila Luiziana

As características principais das bombas desta estação são as seguintes: Bombas centrífugas, eixo horizontal Q = 100,8 m<sup>3</sup>/h, H = 27,0 m, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos trifásicos, 15 CV, 60Hz, IV pólos, 1.750 rpm.

### 6.3 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA

#### a) Processo de Tratamento

O processo de tratamento indicado se baseia na tecnologia de dupla filtração, tendo em consideração análise físico-química de amostra de água, coletada no leito do riacho Conceição, em 26/10/2004, cujo resultado é apresentado no Quadro abaixo.

<b>Análise físico-química</b>	<b>Unidade</b>	<b>Resultados</b>
PH	adimensional	7,75
Cloretos	mg Cl /l	130,0
Cor	UH	85,0
Dureza total	Mg CaCO <sub>3</sub> /l	262,96
Ferro total	mg Fe /l	0,90
Nitratos	mg N /l	0,90
Sólidos totais	mg/l	622,20
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	0,80
Turbidez	FTU	11

As vantagens desse tipo de tecnologia, em relação ao processo de tratamento em ciclo completo, estão relacionadas a custos de implantação, operação e manutenção.

Nesse processo não há necessidade de unidades de floculação e de decantação; a coagulação é realizada no mecanismo de neutralização de cargas, o que acarreta considerável economia no emprego de coagulante e alcalinizante em relação ao tratamento em ciclo completo.

As fases de tratamento obedecem à seguinte seqüência: À água bruta ao chegar à câmara de carga é aplicado o coagulante (sulfato de alumínio). Em seguida o fluxo

d'água passa pelo misturador hidráulico, após o que a água é distribuída para aos filtros de fluxo ascendente.

O efluente dos filtros ascendentes é então encaminhado aos filtros de fluxo descendente, passando por um polimento que resulta numa turbidez final inferior a 1uT. Os filtros descendentes retêm as impurezas provenientes dos ascendentes, trabalhando com taxas de filtração maiores.

O efluente de cada filtro descendente passa então por caixa niveladora, descarregando na tubulação coletora de água filtrada, destinando-se então ao reservatório apoiado (Poço de sucção das estações elevatórias EEAT e EELF).

Na tubulação de água filtrada, será adicionado o cloro para desinfecção e próximo à entrada do reservatório apoiado, a suspensão de cal para correção final do pH.

A lavagem dos filtros deverá ser realizada através do reservatório elevado, com velocidade ascensional de lavagem entre 0,9 e 1,1 m/min e com um tempo de lavagem de 8 a 10 minutos, para os filtros ascendentes. Para os descendentes, a velocidade deverá ser de 0,60 a 0,70m/min, com tempo de lavagem entre 6 e 8 min.

O resultado final da dupla filtração é a produção econômica da água com características que atendem ao Padrão Brasileiro de Potabilidade.

#### b) Equipamento (descrição )

- Câmara de carga com aerador
  - Diâmetro: 2,00 m
  - Altura: 6,40 m
- Filtros ascendentes
  - Nº de unidades: 03
  - Diâmetro: 2,50 m
  - Área de filtrante / unid.: 4,91 m<sup>2</sup>
- Filtros descendentes
  - Nº de unidades: 03
  - Diâmetro: 2,00 m

- Área filtrante/ unid.: 3,14 m<sup>2</sup>
- Kits de preparação e dosagem de produtos químicos
  - Kit de preparo e dosagem de sulfato de alumínio, com tanque de 1000 litros, tipo modelo KPDS-1000 da Hemfibra ou similar: 02 unidades
  - Kit de preparo e dosagem de cal, com tanque de 750 litros, tipo modelo KPDS-750 da Hemfibra ou similar: 02 unidades

## 6.4 – SISTEMA ADUTOR

### 6.4.1 – Adutora de Água Bruta – AAB

A adutora de água bruta tem por características principais:

a) Vazão:

- 1ª Etapa: 14,54 L/s
- 2ª Etapa: 16,67 L/s
- 3ª Etapa: 18,85 L/s

b) Trecho entre o flutuante e a caixa de transição PEAD x PVC:

- Tubulação PEAD, extensão 160,0 m, DE 180 mm, PN-8, apoiada à superfície do lago sobre módulos flutuantes em fibra de vidro: interligando o equipamento de bombeamento de água bruta à tubulação, em PVC, enterrada.

c) Trecho entre caixa de transição PEAD x PVC e ETA:

- Tubulação em PVC, DN 150 mm, extensão 3.031,0 m, classe 1 MPa.

### 6.4.2 – Adutora de Água Tratada – AAT

A Tubulação de água tratada será em PVC. Será enterrada em vala, cuja seção transversal terá, em média, as seguintes dimensões: prof.: 1,0 m; largura: 0,80 m. A AAT terá por características principais.

a) Trecho entre a ETA e a derivação para Várzea Nova:

- Tubulação em PVC, DN 200 mm, extensão 3.928,0 m, classe 1 MPa.
- Vazão: 1ª Etapa: 14,08 L/s

2ª Etapa: 16,15 L/s

3ª Etapa: 18,24 L/s

b) Trecho entre a derivação para Várzea Nova e RA em Antonina do Norte:

- Tubulação em PVC, DN 200 mm, extensão 6.889,26 m, classe 1 MPa.
- Vazão: 1ª Etapa: 13,68 L/s

2ª Etapa: 15,68 L/s

3ª Etapa: 17,70 L/s

Uma visualização esquemática do sistema adutor é apresentada na **Figura 6.1**.

## 6.5 – TRANSIENTE HIDRÁULICO E EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO

### 6.5.1 - Avaliação do Transiente Hidráulico

Conforme estudo de transiente apresentado no Anteprojeto, procedeu-se a uma verificação das condições de operação das adutoras (AAB e AAT), quando da ocorrência de transiente hidráulico, motivado por paralisação do equipamento de bombeamento, por corte de energia elétrica, com emprego de programa de computador. O software utilizado foi o Ctran, versão 7.0.2, desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, de São Paulo-SP.

Com relação à adutora de água bruta, AAB, operando sem dispositivo de proteção, constatou-se pela simulação efetuada que, quando da ocorrência de transientes, a envoltória das cotas piezométricas mínimas corta a linha representativa do terreno natural na quase totalidade do caminhamento da adutora.

A simulação efetuada com dispositivo de proteção considerou a instalação de uma caixa de passagem (Reservatório Apoiado), com diâmetro de: 2,00m; (N.A.max= 1,60 m) na estaca 16'+4,00 m= estaca 6, cota 375,59, com o que o problema foi resolvido.

Quanto à adutora de água tratada, AAT, a simulação procedida sem dispositivo de proteção permitiu constatar que a envoltória das cotas piezométricas mínimas corta o terreno natural entre os 3.000,0 e os 7.000,0 m, computados a partir da origem do eixo da adutora.

Na simulação do transiente com proteção, considerou-se a colocação dos seguintes dispositivos de proteção no caminhamento da adutora:

ARQUIVO - FIGURA 6-1.DWG

- Tanque Unidirecional (TAU-I): Estaca: 331
  - Cota: 387,55
  - Diâmetro: 2,0 m
  - Altura do nível d'água: 3,9 m
  
- Tanque Unidirecional (TAU-II): Estaca: 481
  - Cota: 400,56
  - Diâmetro: 2,0 m
  - Altura do nível d'água: 3,9 m

De acordo com o resultado obtido, tais dispositivos permitirão minimizar os efeitos resultantes do transiente hidráulico, possibilitando a operação da adutora com segurança. (Ver dados e gráficos, referentes às simulações efetuadas, no Tomo 2 – Memória de Cálculo).

## 6.6 – RESERVAÇÃO

A reservação de água tratada, na cidade de Antonina do Norte, será procedida no reservatório existente de 200 m<sup>3</sup>, que atende a cidade na atualidade, e no reservatório proposto de igual capacidade de acumulação, o qual, sendo alimentado pela Adutora de Água Tratada, AAT, e localizado em ponto de cota mais elevada, atenderá, do ponto de vista topográfico, a área de expansão da cidade até o horizonte do projeto. Os dois reservatórios deverão estar conectados através da rede de distribuição do sistema de abastecimento da cidade e terão, em conjunto, capacidade de acumulação para suprir a oferta d'água projetada.

Nas localidades de Vila Luziana e Várzea Nova a reservação de água tratada far-se-á, respectivamente, no reservatório elevado da ETA e no reservatório, já construído, de 50,0 m<sup>3</sup>, do sistema de distribuição projetado pelo “Projeto S. José”, situado, este último reservatório, à altura da estaca 330+5,0 m do caminhamento da Adutora de Água Tratada (AAT), conforme mencionado.

Dos 150,0 m<sup>3</sup> acumulados no reservatório elevado da ETA, 14,56 m<sup>3</sup> serão destinados ao abastecimento da população de Vila Luziana. (Ver: item 2.4.3, Tomo 2, Memória de Cálculo)

## 6.7 – MOVIMENTO DE TERRA

No sistema adutor a tubulação será assentada numa vala de dimensões médias – profundidade de 1,00 m e largura de 0,80 m – sobre camada de 0,10 m de areia fina quando a escavação for em material de 2ª e 3ª categoria.

## 6.8 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVÍIS PROPOSTAS

As obras a executar na implantação do projeto e respectiva localização são as que se listam a seguir:

OBRA	LOCALIZAÇÃO
EEAB	Bacia hidráulica: a 100,0 m da ombreira esquerda da Barragem Mamoeiro
Caixa de transição PEAD x PVC	Estaca 8'
Adutora de Água Bruta - AAB	Entre a Barragem e a localidade de Vila Luziana, via estrada
Reservatório apoiado (Caixa de passagem)	Estaca 16'+4,0 m = Estaca 6
ETA	Na localidade de Vila Luziana: A 160,0 m a direita da Estaca 141+7,0
EEAT	Junto à ETA
Adutora de Água Tratada - AAT	Entre a localidade de Vila Luziana e a cidade de Antonina do Norte, via estrada
Derivação para RA de Várzea Nova	Estaca 330+5,0
Tanque unidirecional I (TAU-I)	Estaca 331
Tanque unidirecional I (TAU-II)	Estaca 481
Caixas de proteção de registros e ventosas	Ao longo do caminhamento das Adutoras
Blocos de ancoragens	Ao longo do caminhamento das Adutoras
Reservatório Apoiado de 200 m <sup>3</sup>	Na periferia da cidade de Antonina do Norte: Estaca 674+14,26 m

## 6.9 – OPERAÇÃO DO SISTEMA

A operação do sistema será automatizada conforme descrito a seguir:

A automação será através de transmissor ultra-sônico instalado no reservatório apoiado em Antonina do Norte, que será ajustado para um nível mínimo (reservatório seco) para ligar o motor, nível máximo (reservatório cheio) para desligar o motor, acionando ou desligando as bombas da EEAT por um sistema de tele comando via rádio.

Um transmissor de pressão instalado no barrilete da EEAT, através do alarme de pressão máxima, também poderá desligar os motores quando o reservatório apoiado de Antonina do Norte ficar cheio, fechando a bóia na entrada do reservatório aumentando a pressão na tubulação.

Para as bombas da EELF, a automação será com um transmissor de pressão instalado no barrilete, que através do alarme de pressão máxima, desligará os motores quando o reservatório elevado ficar cheio, fechando a bóia na entrada do reservatório aumentando a pressão na tubulação.

Um transmissor ultra-sônico de nível instalado no reservatório de sucção da elevatória de água tratada, acionará os motores da captação, instalados no flutuante, ligando no nível mínimo e desligando no nível máximo, através de um sistema de tele comando via rádio.

Um transmissor de pressão instalado na tubulação de saída da captação, através do alarme de pressão máxima, também poderá desligar os motores quando o Reservatório Apoiado (Caixa de passagem) ficar cheio, fechando a bóia na entrada do reservatório aumentando a pressão na tubulação.

## 6.10 – PROJETO ELÉTRICO

### 6.10.1 – Objetivo

O presente documento constitui-se no Projeto Elétrico da Adutora de Antonina do Norte.

O projeto elétrico da adutora de Antonina do Norte foi elaborado para atender com energia elétrica e controle operacional a captação de água, a Estação de tratamento e a estação de Bombeamento da referida Adutora.

Além de fixar os requisitos básicos necessários para fornecimento dos equipamentos, no presente documento, apresenta-se o dimensionamento do sistema elétrico proposto, desenvolvido com base na potência, tensão, número e frequência dos motores e também levando em consideração a utilização de equipamentos e técnicas modernas de comando, medição e controle.

Ressalta-se ainda que o projeto desenvolvido está de acordo com as normas brasileiras ABNT, as normas da COELCE e também com os termos de referência e padrões técnicos da CAGECE.

Composto de Memória descritiva, memória de cálculo, orçamento e peças gráficas, o projeto elaborado tem como principais componentes os seguintes:



- Iluminação interna e externa;
- Interligações;
- Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT);
- Centro de Comando dos Motores (CCM);
- Subestação Aérea;

O Sistema projetado consiste em captação no açude Mamoeiro, uma Adutora de Água Bruta com 3,19 Km, Estação de Tratamento de Água, Estação Elevatória de Água Tratada e uma Adutora de Água Tratada com 10,8 Km até a sede do município de Antonina do Norte.

O projeto elétrico dará suporte a Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), localizada na Captação em flutuante no Açude de Mamoeiro, onde serão instalados dois conjuntos motor bombas de 20CV na 1ª etapa e na 2ª e 3ª etapas serão substituídos por motores novos de 25CV.

Também alimentará a Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT), localizada na ETA – Vila Luziana - a cerca de 3,19 km da Barragem Mamoeiro, onde serão instalados dois conjuntos motor bombas de 25 CV na 1ª etapa, e serão substituídos na 2ª e 3ª etapas por novos de 30 CV. Alimentará, ainda, os motores de 15 CV das bombas do reservatório elevado para lavagem dos filtros.

Todos os motores serão alimentados na tensão de 380V-60Hz, trifásicos, assíncronos, com partida suave (Soft Starter), e na configuração (1+1), ou seja, cada conjunto motor bomba terá uma bomba ativa e uma reserva.

Na Casa de Comando localizada na margem do açude Mamoeiro ficará o Centro de Comando de Motor da CCM1 da Captação e no pátio a Subestação Aérea de 45 KVA. Os Centros de Comando dos Motores CCM2 e CCM3 se localizarão no prédio da EEAT e no pátio externo da ETA estará localizada a Subestação Aérea de 75 KVA.

#### **6.10.2 - Suprimento de Energia**

O suprimento de energia elétrica será feito por ramal de ligação aéreo, na tensão primária de distribuição de 13.800V, a partir da rede existente da COELCE.

A medição será feita em 380V, no quadro de medição e proteção padrão Coelce, localizado no poste de transformador da Casa de Comando.

### 6.10.3 – Concepção Geral do Projeto

O Projeto Elétrico será concebido de modo a garantir um perfeito e contínuo funcionamento do sistema de bombeamento do sistema adutor.

Todos os motores são trifásicos, de gaiola assíncrona, classe de isolamento F (155°C), protetor térmico de sobrecarga, grau de proteção – IP68, 380V/60Hz e alto rendimento, comandados pelo painel de controle e proteção (CCM) instalado na sala da casa de comando e funcionarão nas condições: manual/automático.

A escolha da forma de operação será feita através de uma chave seletora (Man/Aut), instalada na porta do CCM.

Na condição manual, a seleção e ativação dos motores serão feitas através da chave seletora (M1/O/M2) e botões liga/desliga das interfaces homem/máquina (IHM) instalados na porta do CCM.

A condição automática abrange o revezamento das bombas de forma a possibilitar o funcionamento mais equalizado para as mesmas (mesmo número de horas de trabalho para as bombas). Ainda com relação ao revezamento automático dos motores, será também observado o remanejamento, a fim de que o motor que se encontre com defeito seja automaticamente excluído e acionado o outro motor.

Os motores serão acionados através de chave de partida suave tipo soft-starter instaladas no quadro de comando e proteção dos motores.

Com a utilização da chave de partida suave tipo soft-starter consegue-se ajustar os tempos de partida e parada do conjunto motor bomba, de modo a se evitar o pico de corrente na partida e parada brusca, reduzindo assim o efeito de golpes de aríete nas tubulações e conexões de sucção e recalque. Também se pode evitar paradas indevidas dos sistemas e diminuição nos gastos com manutenção.

A condição automática abrange o revezamento das bombas, de forma a possibilitar o funcionamento com o mesmo número de horas de trabalho para as bombas. Ainda com relação ao revezamento automático dos motores será também observado o remanejamento a fim de que o motor que se encontre com defeito seja automaticamente excluído e acionado o outro motor.





**ANEXO 2 - MEMORIAL DESCRITIVO DA POLIGONAL DO CONTORNO DA LINHA  
ADUTORA E DAS OBRAS CIVIS**

**ANEXO 3 - PLANTA DA POLIGONAL DO CONTORNO DA LINHA ADUTORA E  
DAS OBRAS CIVIS**