



## ABC/IICA/BNB PROJETO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA

"COOPERAÇÃO PARA O FORTALECIMENTO DA  
CAPACIDADE TÉCNICA, INSTITUCIONAL E  
OPERACIONAL DO BANCO DO NORDESTE"

**ESTUDOS DE ALTERNATIVAS E DE VIABILIDADE, E ELABORAÇÃO DOS  
PROJETOS BÁSICOS PARA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS ADUTORES DE  
ALGODÕES II, JENIPAPO, PIAUS, POÇOS E SALINAS NO ESTADO DO PIAUÍ**

### **Sistema Adutor Algodões II Volume IV**

**PRODUTO 4 - Projeto Básico**

**Tomo IV.1 – Memorial Descritivo**

**Sistema Adutor  
de Salinas**

**Sistema Adutor  
Piaus**

**Sistema Adutor  
de Poços**

**Sistema Adutor  
Jenipapo**

**Sistema Adutor  
Algodões II**

Abril/2006

Consórcio



**ESTUDOS DE ALTERNATIVAS E DE VIABILIDADE, E ELABORAÇÃO DOS  
PROJETOS BÁSICOS PARA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS ADUTORES DE  
ALGODÕES II, PIAUS, JENIPAPO, POÇOS E SALINAS NO ESTADO DO PIAUÍ**

**Sistema Adutor Algodões II**

**Volume IV**

**PRODUTO 4 – Projeto Básico**

**Tomo VI.1 – Memorial Descritivo**



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE .....</b>	<b>2</b>
<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 FICHA TÉCNICA DO PROJETO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 1ª Etapa .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 2ª Etapa .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 3ª Etapa .....</b>	<b>17</b>
<b>3 LISTA DE DESENHOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Contexto Atual.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Objetivo do Projeto .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 População Alvo.....</b>	<b>26</b>
<b>4.4 Localização e Acesso da Área de Projeto .....</b>	<b>26</b>
<b>5 SÍNTESE DOS ESTUDOS BÁSICOS .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Visita de Inspeção aos Locais da Obra.....</b>	<b>31</b>
5.1.1 Rede Viária Local.....	31
5.1.2 Descrição do Sistema Existente e Problemática do Abastecimento.....	31
5.1.3 Resenha Fotográfica da Vista de Campo .....	34
5.1.4 Conclusões.....	36
<b>5.2 Estudo Populacional .....</b>	<b>36</b>
5.2.1 Cidades Atendidas .....	36
5.2.2 Alcance do Estudo .....	37
5.2.3 Projeções Populacionais .....	37
5.2.3.1 Considerações Gerais.....	37
5.2.3.2 População de Referência .....	38
5.2.3.3 Modelos Estatísticos.....	38
5.2.4 Resultados e Discussão .....	39
5.2.4.1 Crescimento Populacional do Estado do Piauí.....	39
5.2.4.2 Crescimento Populacional da Região de Influência do Projeto.....	39
5.2.4.3 Ajuste das Curvas de Crescimento Populacional .....	43
5.2.4.4 Conclusões .....	50
<b>5.3 Demandas x Vazões.....</b>	<b>53</b>
5.3.1 Considerações Gerais.....	53
5.3.2 Parâmetros de Projeto .....	53
5.3.3 Resultados .....	54
<b>5.4 Serviços de Campo.....</b>	<b>62</b>

5.4.1 Levantamento Topográfico .....	62
5.4.1.1 Introdução .....	62
5.4.1.2 Implantação do Apoio Básico .....	62
5.4.1.3 Levantamento dos eixos adutores.....	62
5.4.1.4 Altimetria da Poligonal .....	63
5.4.1.5 Amarrações e RN s.....	63
5.4.1.6 Levantamentos Plani-altimétricos .....	64
5.4.1.7 Cadastro de Propriedades .....	64
5.4.1.8 Metodologia dos Serviços Topográficos de Campo.....	64
5.4.2 Levantamentos Geotécnicos .....	65
5.4.2.1 Introdução .....	65
5.4.2.2 Metodologia de Execução .....	65
5.4.2.3 Sondagens Executadas .....	66
<b>5.5 Concepção do Projeto .....</b>	<b>69</b>
5.5.1 Manancial de Abastecimento – Informações Hidrológicas .....	69
5.5.2 Captação .....	70
5.5.3 Traçado.....	71
5.5.4 Trechos Adutores.....	71
5.5.5 Estações Elevatórias/Reservatórios de Compensação .....	72
5.5.6 Estação de Tratamento de Água - ETA.....	72
<b>6 DESCRIÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>74</b>
<b>6.1 Análise Técnica.....</b>	<b>75</b>
6.1.1 Captação Flutuante .....	75
6.1.2 Trecho T-1 e Estação Elevatória Flutuante – EEF .....	75
6.1.3 Trecho T-2.....	77
6.1.4 Trecho T-3.....	79
6.1.5 Trecho T-4/4A e Estação Elevatória EE-2.....	80
6.1.6 Trecho T-5 e Estação Elevatória EE-1.....	84
6.1.7 Estação de Tratamento de Água - ETA.....	88
6.1.8 Reservatórios de Compensação .....	88
6.1.9 Automação .....	89
6.1.9.1 Descrição do Sistema .....	89
6.1.9.2 Partes Integrantes do Sistema.....	90
6.1.9.3 Sistema de Comunicação de Dados.....	91
6.1.9.4 Painéis Elétricos .....	91
6.1.9.5 Instrumentos e Válvulas .....	91
6.1.9.6 Variáveis Consideradas .....	95

<b>6.2 Estrutura de Custo.....</b>	<b>97</b>
<b>7 PLANO DE EXECUÇÃO E CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO.....</b>	<b>100</b>
<b>8 PLANO DE ADMINISTRAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....</b>	<b>109</b>
<b>8.1 Administração.....</b>	<b>110</b>
8.1.1 Configuração do Modelo de Administração .....	110
8.1.2 Visão Geral da Implantação do Modelo de Administração.....	113
8.1.3 Ações e Instrumentos para a Implantação do Modelo.....	113
<b>8.2 Operação e Manutenção .....</b>	<b>114</b>
8.2.1 Desempenho Operacional .....	114
8.2.1.1 Medição dos Consumos .....	115
8.2.1.2 Avaliação de Desempenho .....	116
8.2.1.3 Indicadores de Acompanhamento .....	118
8.2.1.4 Eficiência Operacional .....	119
8.2.1.5 Qualidade do Serviço .....	121
8.2.2 Adutora.....	122
8.2.2.1 Adutora em Ferro Fundido .....	122
8.2.2.2 Adutora em PRFV .....	126
8.2.2.3 Enchimento e Esvaziamento das Tubulações.....	127
8.2.3 Estações Elevatórias .....	128
8.2.3.1 Locação e Assentamento das Bombas.....	129
8.2.3.2 Tubulações de Sucção e Recalque.....	129
8.2.3.3 Drenagem da Casa de Bombas.....	130
8.2.3.4 Alinhamento do Conjunto Motor Bomba.....	130
8.2.3.5 Lubrificação dos Mancais .....	130
8.2.3.6 Rotina de Manutenção.....	130
8.2.4 Estação de Tratamento de Água - ETA.....	132
8.2.4.1 Relatórios .....	132
8.2.5 Reservatórios.....	134

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Desenhos dos Perfis dos Trechos Adutores .....	19
<b>Tabela 2:</b> Desenhos das Obras Civis .....	22
<b>Tabela 3:</b> Desenhos dos Projetos Elétricos .....	23
<b>Tabela 4:</b> População dos municípios beneficiados pelo Sistema Adutor Algodões II (2000). ....	26
<b>Tabela 5:</b> Situação geográfica da cidade Curimatá .....	27
<b>Tabela 6:</b> Situação geográfica da cidade Avelino Lopes .....	27
<b>Tabela 7:</b> Situação geográfica da cidade Júlio Borges .....	27
<b>Tabela 8:</b> Principais características dos sistemas de abastecimentos existentes .....	32
<b>Tabela 9:</b> Taxas de crescimento populacional do Estado do Piauí. ....	39
<b>Tabela 10:</b> Dados populacionais do Sistema Adutor Algodões II e dos municípios de influência referentes aos anos de 1970 a 2000. ....	41
<b>Tabela 11:</b> Taxas de crescimento populacional do Sistema Adutor Algodões II e dos municípios de influência referentes aos anos de 1970 a 2000. ....	42
<b>Tabela 12:</b> Resumo dos resultados da análise de regressão. ....	43
<b>Tabela 13:</b> Evolução da população total da região de influência de acordo com os resultados do ajuste das funções. ....	46
<b>Tabela 14:</b> Evolução da população urbana da região de influência de acordo com os resultados do ajuste das funções. ....	47
<b>Tabela 15:</b> Evolução ano a ano da população de projeto do Sistema Adutor Algodões II. ....	52
<b>Tabela 16:</b> Evolução das vazões de projeto das cidades que fazem parte do Sistema Adutor Algodões II. ....	57
<b>Tabela 17:</b> Evolução das demandas e vazões de projeto do Sistema Adutor Algodões II. ....	58
<b>Tabela 18:</b> Curimatá - Evolução das demandas. ....	59
<b>Tabela 19:</b> Avelino Lopes - Evolução das demandas. ....	60
<b>Tabela 20:</b> Júlio Borges - Evolução das demandas. ....	61
<b>Tabela 21:</b> Sondagens a trado executadas ao longo dos eixos adutores do Sistema Adutor Algodões II. ....	67
<b>Tabela 22:</b> Características técnicas da Barragem Algodões II. ....	69
<b>Tabela 23:</b> Trechos Adutores do Sistema Adutor Algodões II. ....	71
<b>Tabela 24:</b> Estações elevatórias do projeto do Sistema Adutor Algodões II .....	72
<b>Tabela 25:</b> Vazões de dimensionamento da EEF e trecho T-1 .....	76
<b>Tabela 26:</b> Características da adutora do trecho T-1 .....	76
<b>Tabela 27:</b> Altura manométrica de dimensionamento das bombas da EEF .....	77
<b>Tabela 28:</b> Pontos de operação das bombas da EEF .....	77
<b>Tabela 29:</b> Vazão de dimensionamento do trecho T-2. ....	77
<b>Tabela 30:</b> Características da adutora do trecho T-2 .....	78
<b>Tabela 31:</b> Pressão na entrada do RAP-2 .....	78
<b>Tabela 32:</b> Vazão de dimensionamento do trecho T-3. ....	79
<b>Tabela 33:</b> Características da adutora do trecho T-3 .....	79
<b>Tabela 34:</b> Pressão na entrada do REL existente de Curimatá .....	80
<b>Tabela 35:</b> Vazões de dimensionamento da EE-2.1 e trecho T-4 .....	81



<b>Tabela 36:</b> Características da adutora do trecho T-4 .....	81
<b>Tabela 37:</b> Alturas manométricas de dimensionamento das bombas da EE-2.1 .....	82
<b>Tabela 38:</b> Pontos de operação das bombas da EE-2.1 .....	82
<b>Tabela 39:</b> Vazões de dimensionamento da EE-2.2 e trecho T-4A .....	83
<b>Tabela 40:</b> Características da adutora do trecho T-4A .....	83
<b>Tabela 41:</b> Alturas manométricas de dimensionamento das bombas da EE-2.2 .....	84
<b>Tabela 42:</b> Pontos de operação das bombas da EE-2.2 para os horizontes do projeto .....	84
<b>Tabela 43:</b> Vazões de dimensionamento da EE-1 e trecho T-5.1 .....	85
<b>Tabela 44:</b> Características da adutora do trecho T-5.1 .....	85
<b>Tabela 45:</b> Altura manométrica de dimensionamento das bombas da EE-1 .....	85
<b>Tabela 46:</b> Pontos de operação das bombas da EE-1 .....	86
<b>Tabela 47:</b> Vazão de dimensionamento do trecho T-5.2 .....	86
<b>Tabela 48:</b> Características da adutora do trecho T-5.2 .....	87
<b>Tabela 49:</b> Pressão na entrada do REL existente de Júlio Borges .....	87
<b>Tabela 50:</b> Reservatórios de compensação do Sistema Adutor Algodões II .....	89
<b>Tabela 51:</b> Folhas de Especificação dos Instrumentos .....	93
<b>Tabela 52:</b> Resumo do orçamento do Projeto Básico do Sistema Adutor Algodões II (1ª ETAPA – IMPLANTAÇÃO) .....	98



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização dos Sistemas Adutores .....	11
<b>Figura 2:</b> Localização e acesso do Sistema Adutor Algodões II. ....	29
<b>Figura 3:</b> Esquemas dos sistemas existentes de abastecimento de água de Curimatá, Avelino Lopes e Júlio Borges. ....	33
<b>Figura 4:</b> Curimatá: Início de zona urbana.....	34
<b>Figura 5:</b> Curimatá: avenida principal. ....	34
<b>Figura 6:</b> Estrada de acesso Curimatá/Algodões/Júlio Borges. ....	34
<b>Figura 7:</b> Galeria/tomada D'água do reservatório Algodões II. ....	34
<b>Figura 8:</b> Vista geral do Açude Farias (Avelino Lopes).....	35
<b>Figura 9:</b> Vista geral da cidade de Júlio Borges. ....	35
<b>Figura 10:</b> Júlio Borges: área urbana. ....	35
<b>Figura 11:</b> Estrada de acesso Curimatá - Avelino Lopes. ....	35
<b>Figura 12:</b> Avelino Lopes: zona urbana. ....	36
<b>Figura 13:</b> Ajuste da curva de crescimento da população total da região de influência. ....	44
<b>Figura 14:</b> Ajuste da curva de crescimento da população urbana da região de influência. ....	45
<b>Figura 15:</b> Gráfico dos resultados da regressão para a população total da região de influência.....	48
<b>Figura 16:</b> Gráfico dos resultados da regressão para a população urbana da região de influência. .	49
<b>Figura 17:</b> Croqui de localização e Dados da Jazida Nº 01.....	68
<b>Figura 18:</b> Vista do local da captação no lago da Barragem Algodões II.....	70
<b>Figura 19:</b> Esquema do Sistema Adutor Algodões II.....	73
<b>Figura 20:</b> Sistema Adutor Algodões II: Lay-Out Geral .....	99
<b>Figura 21:</b> Planejamento de execução da implantação das obras (1ª ETAPA).....	102
<b>Figura 22:</b> Plano de execução da implantação das obras civis (1ª ETAPA) .....	104
<b>Figura 23:</b> Diagrama do Modelo Institucional .....	112



## 1 APRESENTAÇÃO

---

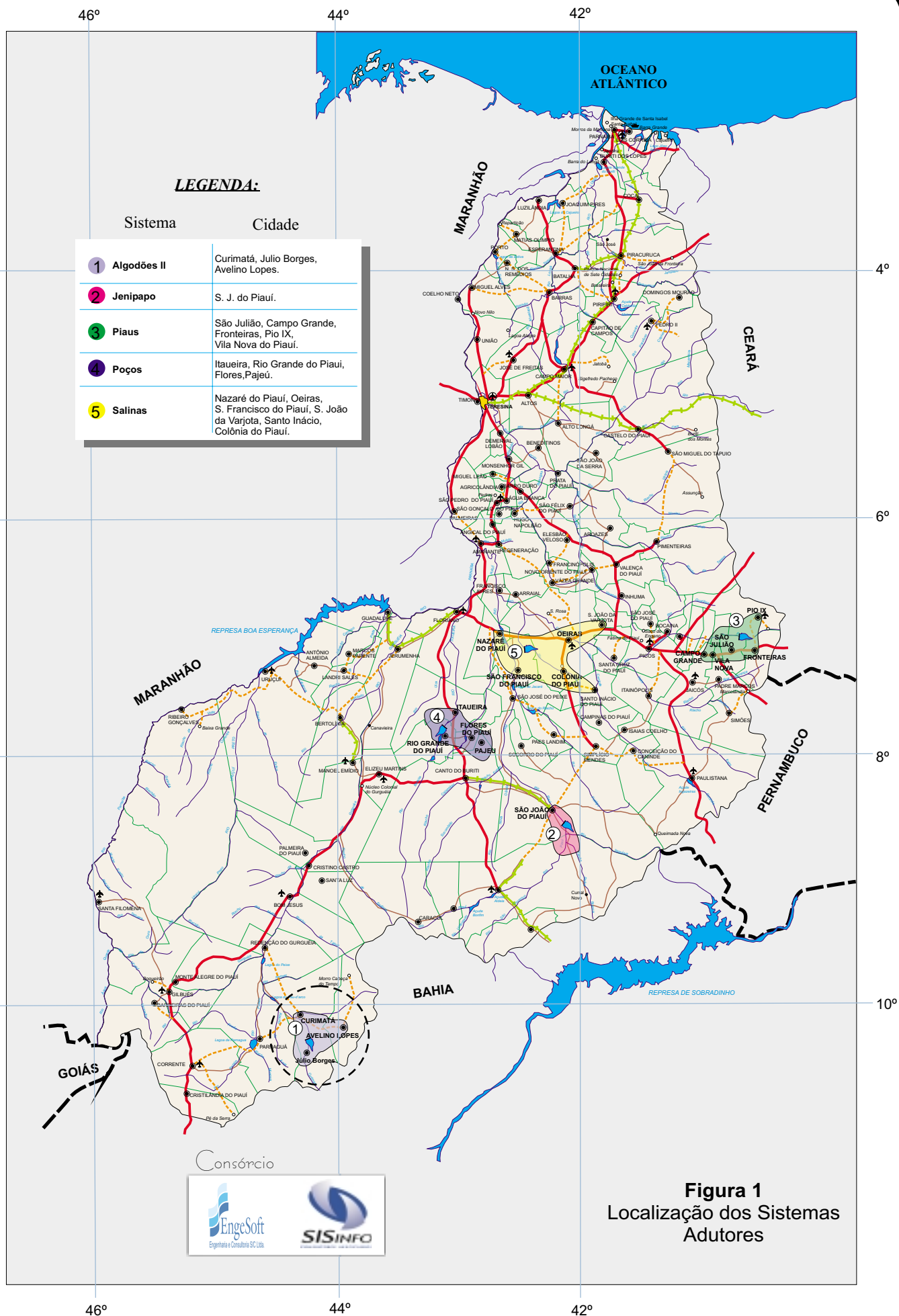
## 1 APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar o Volume IV - Produto 4 – Projetos Básicos do Sistema Adutor Algodões II referente *aos Estudos de Alternativas e de Viabilidade, e Elaboração dos Projetos Básicos para Implantação dos Sistemas Adutores de Algodões II, Jenipapo, Piaus, Poços e Salinas no Estado do Piauí*, cuja elaboração é de responsabilidade do Consórcio ENGESOFT/SISINFO, no âmbito do Contrato n.º 204077, celebrado com o INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA.

O Volume IV do Sistema Adutor Algodões II é composto pelos tomos a seguir. O presente documento refere-se ao Tomo IV.1 – Memorial Descritivo.

- **Tomo IV.1 – Memorial Descritivo**
- Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo
- Tomo IV.3 – Especificações Técnicas
- Tomo IV.4 – Quantitativos e Orçamento
- Tomo IV.5 – Anexos
- Tomo IV.6 – Desenhos

Na **Figura 1** estão apresentadas as localizações dos Sistemas Adutores no âmbito do Estado do Piauí, com destaque para o Sistema Adutor Algodões II.





## 2 FICHA TÉCNICA DO PROJETO

---

## 2 FICHA TÉCNICA DO PROJETO

### 2.1 1ª Etapa

#### ▪ População:

- Pop. 2005: 12.418 hab.
- Pop. 2015: 14.942 hab.

#### ▪ Estação Elevatória Flutuante – EEF:

- Instalação de 02 CMB's (1 + 1 reserva)
- Vazão Total: 55,91 L/s (201,28 m³/h)
- Vazão p/ bomba: 55,91 L/s
- Potência p/ bomba: 100 CV
- Altura manométrica: 66,92 m
- Flutuante: dimensões – 8,0 x 5,0 x 0,6 m em faiberglass

#### ▪ Estação Elevatória EE-1:

- Instalação de 02 CMB's (1 + 1 reserva)
- Vazão Total: 3,44 L/s (12,38 m³/h)
- Vazão p/ bomba: 3,44 L/s
- Potência p/ bomba: 20 CV
- Altura manométrica: 174,12 m

#### ▪ Estação Elevatória EE-2.1:

- Instalação de 02 CMB's (1 + 1 reserva)
- Vazão Total: 16,60 L/s (59,76 m³/h)
- Vazão p/ bomba: 16,60 L/s
- Potência p/ bomba: 50 CV
- Altura manométrica: 130,16 m

▪ **Estação Elevatória EE-2.2:**

- Instalação de 02 CMB's (1 + 1 reserva)
- Vazão Total: 26,33 L/s (94,79 m³/h)
- Vazão p/ bomba: 26,33 L/s
- Potência p/ bomba: 20 CV
- Altura manométrica: 22,85 m

▪ **Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros (EELF):**

- Instalação de 03 CMB's (2 + 1 reserva)
- Vazão Total: 320,00 L/s (1152 m³/h)
- Vazão p/ bomba: 160,00 L/s
- Potência p/ bomba: 40 CV
- Altura manométrica: 10,00 m

▪ **Trecho T-1 (Barragem Algodões II – ETA):**

- Vazão de dimensionamento: 55,91 L/s (final de plano)
- Tubulação: PEAD DN 250 mm – PMS 100 mca – 150,00 m  
PVC DN 250 mm – PMS 100 mca – 175,00 m
- Extensão total: 325 m

▪ **Trecho T-2 GRAVITÁRIO (ETA – Alto Alegre):**

- Vazão de dimensionamento: 49,82 L/s (final de plano)
- Tubulação: PVC DN 300 mm – PMS 100 mca – 11.540,95 m
- Extensão total: 11.540,95 m

▪ **Trecho T-3 GRAVITÁRIO (Alto Alegre - Curimatá):**

- Vazão de dimensionamento: 26,33 L/s (final de plano)

➤ Tubulação: PVC DN 250 mm – PMS 100 mca – 14.491,95 m

➤ Extensão total: 14.491,95 m

▪ **Trecho T-4 (Alto Alegre – Avelino Lopes):**

➤ Vazão de dimensionamento: 23,48 L/s (final de plano)

➤ Tubulação: FoFo DN 200 mm – PMS 250 mca – 3.140,00 m

PRFV DN 200 mm – PMS 180 mca – 2.280,00 m

PRFV DN 200 mm – PMS 160 mca – 8.700,00 m

PVC DN 200 mm – PMS 100 mca – 16.998,87 m

➤ Extensão total: 31.118,87 m

➤ ONE-WAY na estaca 19+020, com diâmetro de 2,50 m e altura útil de 6,00 m.

▪ **Trecho T-4A (Ramal de abastecimento do REL-1):**

➤ Vazão de dimensionamento: 26,33 L/s (final de plano)

➤ Tubulação: FoFo DN 100 mm – PMS 100 mca – 60,00 m

➤ Extensão total: 60 m

▪ **Trecho T-5 (ETA – Júlio Borges):**

➤ Vazão de dimensionamento: 3,44 L/s (final de plano)

➤ Tubulação: FoFo DN 100 mm – PMS 300 mca – 10.920,00 m

PVC DN 100 mm – PMS 100 mca – 4.080,00 m

PVC DN 75 mm – PMS 100 mca – 4.570,10 m (Gravitário)

➤ Extensão total: 19.570,10 m

➤ Reservatório de Transição: localizado na estaca 15+000, com 2,50 m de diâmetro e altura útil de 3,00 m.

▪ **Reservatório Apoiado RAP-1**

➤ Local: junto à EE-1



- Volume: 400 m<sup>3</sup>

- **Reservatório Apoiado RAP-2**

- Local: junto à EE-2.
- Volume: 300 m<sup>3</sup>

- **Reservatório Elevado REL-1**

- Local: junto à EE-2
- Volume: 100 m<sup>3</sup>
- Fuste: 12,00 m

- **Estação de Tratamento de Água – ETA**

- ETA do tipo dupla filtração, com capacidade nominal de 220m<sup>3</sup>/h, para atender a demanda de final de plano.
- 02 FILTROS DE FLUXO ASCENDENTE, aberto, pré-fabricado em resina poliéster com fibra de vidro, com vazão nominal unitária de **132,48 m<sup>3</sup>/h** para a taxa de filtração de **190 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia**, diâmetro de 4500 mm e altura total de 3700 mm;
- 02 FILTROS DE FLUXO DESCENDENTE, aberto, pré-fabricado em resina poliéster com fibra de vidro, com vazão nominal unitária de **105 m<sup>3</sup>/h** para a taxa de filtração de **260 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia**, diâmetro de 3500 mm e altura total de 3700 mm;
- Estação elevatória de lavagem dos filtros – EELF, constando de 3 CMBs, sendo 2 em funcionamento + 1 reserva, com vazão de 576,00 m<sup>3</sup>/h, altura monométrica de 10,00 mca e potência igual a 40 CV, por conjunto moto-bomba.

## 2.2 2ª Etapa

- **População:**

- Pop. 2015: 14.492 hab.
- Pop. 2025: 17.982 hab.

▪ **Estação Elevatória EE-2.1:**

- Instalação de 01 CMB's (2 + 1 reserva)
- Vazão Total: 23,48 L/s (84,53 m³/h)
- Vazão p/ bomba: 11,74 L/s
- Potência p/ bomba: 50 CV
- Altura manométrica: 169,55 m

**2.3 3ª Etapa**

▪ **População:**

- Pop. 2025: 17.982 hab.
- Pop. 2035: 21.645 hab.

O sistema será todo atendido a partir da 2ª etapa, não havendo obras na 3ª etapa do projeto.



### 3 LISTA DE DESENHOS

---

### 3 LISTA DE DESENHOS

A seguir é apresentada a lista dos desenhos que compõem o projeto do Sistema Adutor Algodões II.

**Tabela 1:** Desenhos dos Perfis dos Trechos Adutores

<b>TOMO IV.6.1</b>	
<b>PLANTAS BAIXAS E PERFIS LONGITUDINAIS</b>	
<b>Trecho 01 – Barragem a ETA</b>	
01/01	TRECHO 1: BARRAGEM A ETA ( EST. 0+000 A 0+172,533)
<b>Trecho 02 – ETA a Alto Alegre</b>	
01/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE (EST. 0+000 A 1+400)
02/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE (EST. 1+400 A 2+800)
03/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE (EST. 2+800 A 4+200)
04/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE (EST. 4+200 A 5+600)
05/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE (EST. 5+600 A 7+000)
06/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE (EST. 7+000 A 8+400)
07/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE ( EST. 8+400 A 9+800)
08/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE ( EST. 9+800 A 11+200)
09/09	TRECHO 2: ETA A ALTO ALEGRE ( EST. 11+200 A 11+540.950)
<b>Trecho 03 – Alto Alegre a Curimatá</b>	
01/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 0+000 A 1+400)
02/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 1+400 A 2+800)
03/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 2+800 A 4+200)
04/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 4+200 A 5+600)
05/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 5+600 A 7+000)
06/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 7+000 A 8+400)
07/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 8+400 A 9+800)
08/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 9+800 A 11+200)
09/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 11+200 A 12+600)
10/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 12+600 A 14+000)
11/11	TRECHO 03 – ALTO ALEGRE A CURIMATÁ ( EST. 14+000 A 14+491.955)
<b>Trecho 04 – Alto Alegre a Avelino Lopes</b>	
01/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 0+000 A 1+400)
02/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 1+400 A 2+800)

TOMO IV.6.1	
PLANTAS BAIXAS E PERFIS LONGITUDINAIS	
03/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 2+800 A 4+200)
04/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 4+200 A 5+600)
05/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 5+600 A 7+000)
06/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 7+000 A 8+400)
07/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 8+400 A 9+800)
08/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 9+800 A 11+200)
09/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 11+200 A 12+600)
10/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 12+600 A 14+000)
11/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 14+000 A 15+400)
12/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 15+400 A 16+800)
13/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 16+800 A 18+200)
14/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 18+200 A 19+600)
15/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 19+600 A 21+000)
16/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 21+000 A 22+400)
17/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 22+400 A 23+800)
18/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 23+800 A 25+200)
19/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 25+200 A 26+600)
20/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 26+600 A 28+000)
21/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 28+000 A 29+400)
22/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 29+400 A 30+800)
23/23	TRECHO 04 – ALTO ALEGRE A AVELINO LOPES ( EST. 30+800 A 31+118.873)
Trecho 05 – ETA a Julio Borges	
01/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 0+000 A 1+400)
02/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 1+400 A 2+800)
03/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 2+800 A 4+200)
04/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 4+200 A 5+600)
05/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 5+600 A 7+000)
06/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 7+000 A 8+400)
07/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 8+400 A 9+800)
08/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 9+800 A 11+200)
09/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 11+200 A 12+600)
10/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 12+600 A 14+000)
11/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 14+000 A 15+400)
12/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 15+400 A 16+800)

TOMO IV.6.1	
PLANTAS BAIXAS E PERFIS LONGITUDINAIS	
13/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 16+800 A 18+200)
14/14	TRECHO 05 – ETA A JULIO BORGES ( EST. 18+200 A 19+570.104)

**Tabela 2:** Desenhos das Obras Civas

NÚMERO	DESCRIÇÃO
<b>TOMO IV.6.2</b>	
<b>OBRAS CIVIS</b>	
MGE	MAPA GERAL DO SISTEMA
EE1 01/01	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-1 - PLANTA BAIXA E CORTES AA e BB
EE2 01/01	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-2 - PLANTA BAIXA E CORTES AA e BB
ETA 01/01	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E CASA DE QUÍMICA - PLANTA BAIXA E CORTES
DET 01/01	CAIXAS DE VENTOSAS, REGISTROS E BLOCOS DE ANCORAGEM
LOC 01/02	LOCAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 1 - EE1 E RESERVATÓRIO DE 400m3 - AREA DA ETA
LOC 02/02	LOCAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 2 - EE2, RESERVATÓRIO DE 300m3 E RESERVATÓRIO ELEVDO DE 100m3
PORT 01/01	PORTÃO E CERCA DE PROTEÇÃO - DETALHES CONSTRUTIVOS
RAP300 01/01	RESERVATÓRIO APOIADO DE 300m3 JUNTO A EE-2 - PLANTA BAIXA E CORTES AA e BB
RAP400 01/01	RESERVATÓRIO APOIADO DE 400m3 JUNTO A EE-1 - PLANTA BAIXA, CORTES E VISTAS
REL100 01/01	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100m3 JUNTO A EE-1 - PLANTA BAIXA E CORTES
RTG 01/01	RESERVATÓRIO DE TRANSIÇÃO (RECALQUE/GRAVITARIO) - PLANTA BAIXA, CORTES B-B E C-C E PLANTA DE LOCAÇÃO
FLU 01/01	FLUTUANTE - VISTA SUPERIOR E VISTA LATERAL
CCO 01/01	CAPTAÇÃO FLUTUANTE - ARQUITETURA/CASA COMANDO/CAPTAÇÃO
EELF 01/01	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAVAGEM DOS FILTROS - PLANTA BAIXA, CORTES E VISTAS
CXD 01/02	CAIXAS DE DERIVAÇÃO PARA CHAFARIZ - TRECHOS 2, 3 e 4
CXD 02/02	CAIXAS DE DERIVAÇÃO PARA CHAFARIZ - TRECHO 5
CHA 01/01	CHAFARIZ APOIADO DE 5.000 LITROS - PLANTA BAIXA E CORTES
WAY 01/02	TANQUE UNIDIRECIONAL (ONE-WAY) - PLANTA DE SITUAÇÃO E CORTE A-A
WAY 02/02	TANQUE UNIDIRECIONAL (ONE-WAY) - CORTE B-B, C-C e D-D

**Tabela 3:** Desenhos dos Projetos Elétricos

NÚMERO	DESCRIÇÃO
<b>TOMO IV.6.2</b>	
<b>PROJETOS ELÉTRICOS</b>	
ELE EE1 01/08	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA LAVAGEM DOS FILTROS - ILUMINAÇÃO E TOMADAS
ELE EE1 02/08	ETA/CASA DE QUÍMICA - ILUMINAÇÃO E TOMADAS
ELE EE1 03/08	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - FORÇA ,ILUMINAÇÃO E TOMADAS
ELE EE1 04/08	ILUMINAÇÃO EXTERNA DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 ,RES. APOIADO DE 400m3.
ELE EE1 05/08	MAPA DE CABOS EE-1
ELE EE1 06/08	DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO DA EE-1
ELE EE1 07/08	DIAGRAMA UNIFILAR MÉDIA TENSÃO DA EE-1
ELE EE1 08/08	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - SUBESTAÇÃO 150 KVA
ELE EE2 01/06	PLANTA BAIXA DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 E RESERVATÓRIO APOIADO DE 300m3
ELE EE2 02/06	ILUMINAÇÃO EXTERNA DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2, RES. APOIADO DE 300m3 E RES. ELEVADO DE 100m3
ELE EE2 03/06	MAPA DE CABOS EE2
ELE EE2 04/06	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - DIAGRAMA UNIFILAR DE BAIXA TENSÃO
ELE EE2 05/06	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - DIAGRAMA UNIFILAR MÉDIA TENSÃO
ELE EE2 06/06	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - SUBESTAÇÃO 150 KVA
ELE CCO 01/01	CASA DE COMANDO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - ELÉTRICO
ELE EEF 01/05	FLUTUANTE - VISTA SUPERIOR E VISTA LATERAL - ELÉTRICO
ELE EEF 02/05	MAPA DE CABOS EEF
ELE EEF 03/05	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FLUTUANTE - DIAGRAMA UNIFILAR BAIXA TENSÃO
ELE EEF 04/05	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FLUTUANTE - DIAGRAMA UNIFILAR MÉDIA TENSÃO
ELE EEF 05/05	ESTAÇÃO FLUTUANTE - SUBESTAÇÃO 112,5 KVA





## 4 INTRODUÇÃO

---

## **4 INTRODUÇÃO**

### **4.1 Contexto Atual**

O estado do Piauí possui grande potencial hídrico, tanto no tocante às águas superficiais quanto subterrâneas, o que lhe proporciona uma grande vantagem quando da implementação de um plano acelerado de desenvolvimento. No entanto, a falta de água em muitas regiões, nos meses de estiagem, é um evento anual que já se incorporou à vida da população e, este fenômeno, se agrava ainda mais nos anos de escassez de chuva, quando a seca atinge extensas áreas do Estado, causando enormes prejuízos à população.

Outro fator que o diferencia de outros Estados do nordeste brasileiro, principalmente do Ceará e Paraíba, é a presença de um grande rio perene, o Parnaíba, que separa os Estados do Piauí e Maranhão. Enquanto os afluentes deste rio pelo lado do Maranhão são de pouca expressão, os da margem direita drenam toda a superfície do Piauí, cerca de 250.000 km<sup>2</sup>, e, através de seu afluente Poti, atinge ainda parte do território do vizinho Estado do Ceará.

O Governo do Estado do Piauí, através da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR), vem atuando de modo a dar corpo a uma doutrina que discipline a mobilização da água, sua utilização e as demais atividades ligadas aos problemas hídricos, para poder garantir o abastecimento em qualidade e quantidade compatíveis com as necessidades da população e das atividades que dão suporte ao desenvolvimento da economia estadual.

### **4.2 Objetivo do Projeto**

O objetivo do projeto do Sistema Adutor Algodões II é prover o abastecimento de água, por meio de adutoras, para as cidades Curimatá, Avelino Lopes e Julio Borges. Além das cidades mencionadas, serão também contemplados, sempre que possível, povoados e distritos situados próximos da faixa de domínio do sistema adutor.

O manancial proposto para abastecimento das cidades que fazem parte do sistema será o reservatório formado pela barragem Algodões II. Os estudos serão desenvolvidos tendo como objetivo a definição e detalhamento da melhor alternativa técnica financeira visando a implantação de um sistema integrado de abastecimento d'água que garanta de forma contínua o abastecimento da população local.

### 4.3 População Alvo

O projeto do Sistema Adutor Algodões II irá beneficiar as populações das cidades de Curimatá, Avelino Lopes e Julio Borges. Na **Tabela 4** estão apresentados os dados populacionais dos municípios que fazem parte do Sistema Adutor Algodões II relativos ao último censo realizado pelo IBGE (ano 2000).

**Tabela 4:** População dos municípios beneficiados pelo Sistema Adutor Algodões II (2000).

Zona de Referência	População (hab.)		
	Curimatá	Avelino Lopes	Julio Borges
Urbana	5.267	5.118	936
Rural	4.251	4.507	3.930
Total	9.518	9.625	4.866

IBGE (2000)

### 4.4 Localização e Acesso da Área de Projeto

Considerando a cidade de Curimatá como o centro geográfico do sistema, o principal acesso até a sua sede municipal, a partir de Teresina, é feito pelas BR's – 316 e 343 até Floriano. A partir de Floriano, segue-se em direção sul através da PI-140 e outros seguimentos estaduais até a cidade de Elizeu Martins onde inicia-se a BR-135. Segue-se por esta BR até a cidade de Redenção do Gurguéia. A partir desta cidade segue-se em direção sudeste pela PI-257 até a cidade de Curimatá. O percurso total entre Teresina e Curimatá é de aproximadamente 700 Km. As informações da situação geográfica de Curimatá estão apresentadas na **Tabela 5**.

**Tabela 5:** Situação geográfica da cidade Curimatá

<b>Latitude (s)</b>		10°02'11
<b>Longitude (w)</b>		44°18'22"
<b>Altura da Sede (m)</b>		328
<b>Limites</b>	<b>Norte</b>	Redenção do Gurguéia / Bom Jesus
	<b>Sul</b>	Júlio Borges / Parnaguá
	<b>Leste</b>	Avelino Lopes / Morro Cabeça no Tempo
	<b>Oeste</b>	Parnaguá / Riacho Frio

Fonte: Site do Governo do Estado do Piauí - [www.pi.gov.br](http://www.pi.gov.br)

Avelino Lopes fica a Leste de Curimatá interligadas através da rodovia PI-255 com extensão de 44Km de estrada carroçável. As informações da localização geográfica de Avelino Lopes estão apresentadas na **Tabela 6**.

**Tabela 6:** Situação geográfica da cidade Avelino Lopes

<b>Latitude (s)</b>		10°08'25"
<b>Longitude (w)</b>		43°57'08"
<b>Altura da Sede (m)</b>		437
<b>Limites</b>	<b>Norte</b>	Morro Cabeça no Tempo
	<b>Sul</b>	Estado da Bahia
	<b>Leste</b>	Estado da Bahia
	<b>Oeste</b>	Curimatá / Júlio Borges

Fonte: Site do Governo do Estado do Piauí - [www.pi.gov.br](http://www.pi.gov.br)

Partindo de Curimatá pela PI-413 em direção ao Sul percorrendo 40Km chega-se em Júlio Borges. As informações da localização geográfica de Júlio Borges estão apresentadas na **Tabela 7**.

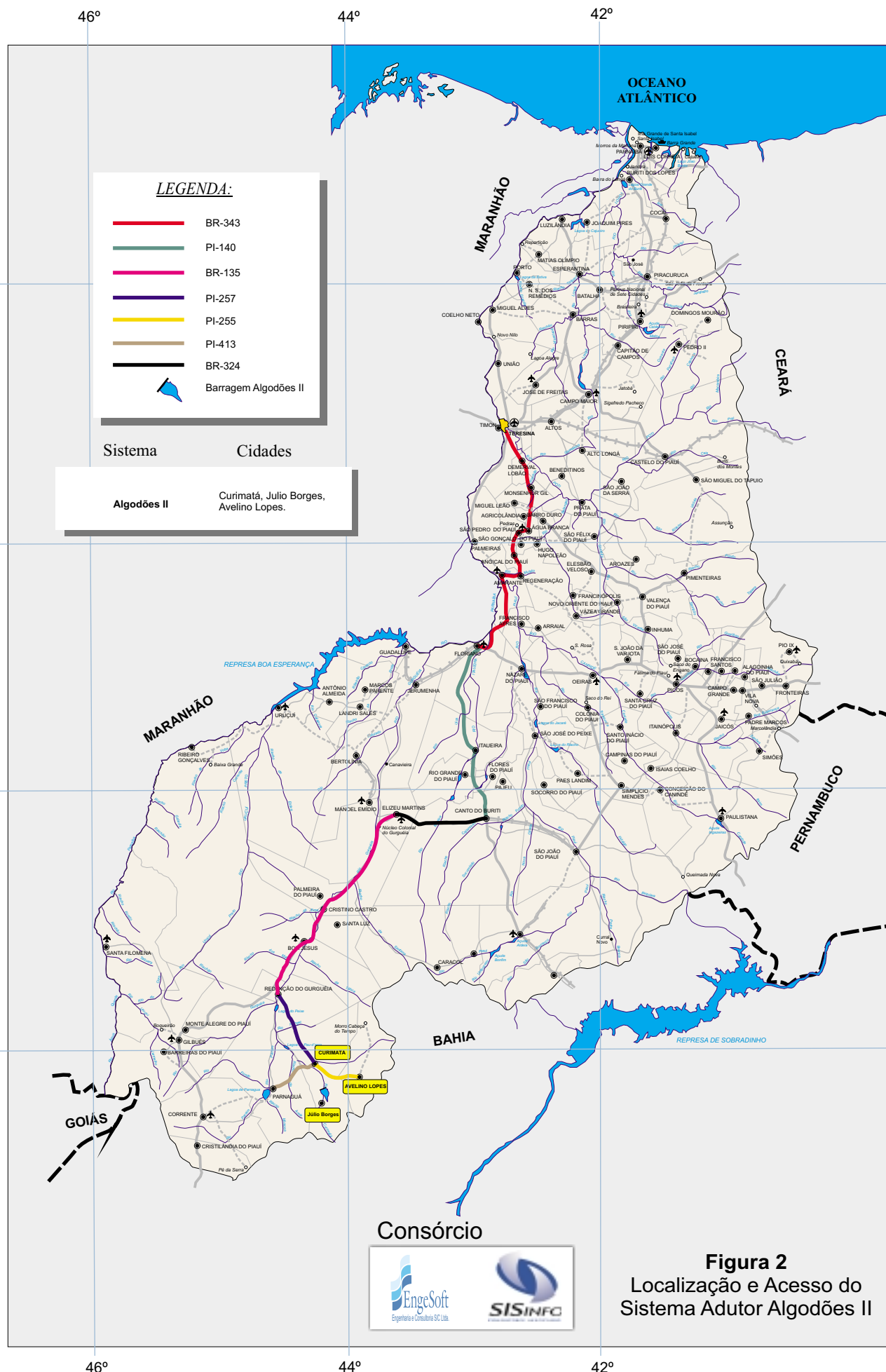
**Tabela 7:** Situação geográfica da cidade Júlio Borges

<b>Latitude (s)</b>		10°19'22"
<b>Longitude (w)</b>		44°14'18"
<b>Altura da Sede (m)</b>		389
<b>Limites</b>	<b>Norte</b>	Curimatá / Avelino Lopes
	<b>Sul</b>	Estado da Bahia
	<b>Leste</b>	Estado da Bahia / Avelino Lopes
	<b>Oeste</b>	Parnaguá

Fonte: Site do Governo do Estado do Piauí - [www.pi.gov.br](http://www.pi.gov.br)

A Barragem Algodões II fica a 25 Km da cidade de Curimatá. O seu cesso se dá da seguinte forma: a partir de Curimatá segue-se PI-413, até chegar no local da barragem após percorrer mais 1,5 Km.

A localização e acesso do Sistema Adutor Algodões II estão apresentados na **Figura 2**.



**Figura 2**  
Localização e Acesso do Sistema Adutor Algodões II



## 5 SÍNTESE DOS ESTUDOS BÁSICOS

---

## 5 SÍNTESE DOS ESTUDOS BÁSICOS

### 5.1 Visita de Inspeção aos Locais da Obra

A visita de inspeção dos locais onde se implantarão as obras do projeto do Sistema Adutor Algodões II foi realizada durante a fase de elaboração do Relatório de Identificação de Obras – RIO. Durante a visita, procurou-se avaliar as condições da rede viária local da área do projeto e descrever os sistemas existentes de abastecimento de água da região e suas deficiências.

#### *5.1.1 Rede Viária Local*

O Sistema Adutor Algodões II acompanha aproximadamente 85 Km de rodovias estaduais e vicinais, sendo as principais vias as PI-413 (Curimatá/Júlio Borges) e PI-255 (Curimatá/Avelino Lopes). Todos os trechos da rede viária local do Sistema Adutor Algodões II são carroçáveis e se encontram em boas condições de tráfego.

#### *5.1.2 Descrição do Sistema Existente e Problemática do Abastecimento*

A viagem de reconhecimento ao local do projeto, bem como os dados coletados em fontes diversas, permitiram apresentar um diagnóstico da situação do sistema de abastecimento de água das cidades beneficiadas pelo Sistema Adutor Algodões II.

A cidade de Curimatá atualmente é atendida por uma fonte localizada a cerca de 15 Km da sede municipal (vazão da ordem de 17m<sup>3</sup>/h) e pela barragem Vereda da Cruz com capacidade da ordem de 2,0 milhões de m<sup>3</sup>. Avelino Lopes é abastecida através da Barragem Farias com capacidade da ordem de 4,0 milhões de m<sup>3</sup>. A garantia de atendimento dos reservatórios mencionados é severamente agravada em anos subseqüentes a invernos irregulares.

Júlio Borges atualmente possui um sistema totalmente irregular, tanto do ponto de vista de garantias como de atendimento. O poço utilizado com capacidade informada da ordem de 15,0m<sup>3</sup>/h, produz água de péssima qualidade, característica esta comum na região.



As localidades beneficiadas com o sistema proposto não possuem mananciais com disponibilidades suficientes que garantam, de forma satisfatório, o atendimento permanente de suas demandas tendo em vista a vulnerabilidade destes em épocas de ocorrências de secas prolongadas. Esta característica, por si, já basta para se buscar novos mananciais e a barragem Algodões II certamente é a solução definitiva para resolver o problema do abastecimento humano da região.

As principais características dos sistemas de abastecimento existentes estão apresentadas na **Tabela 8**.

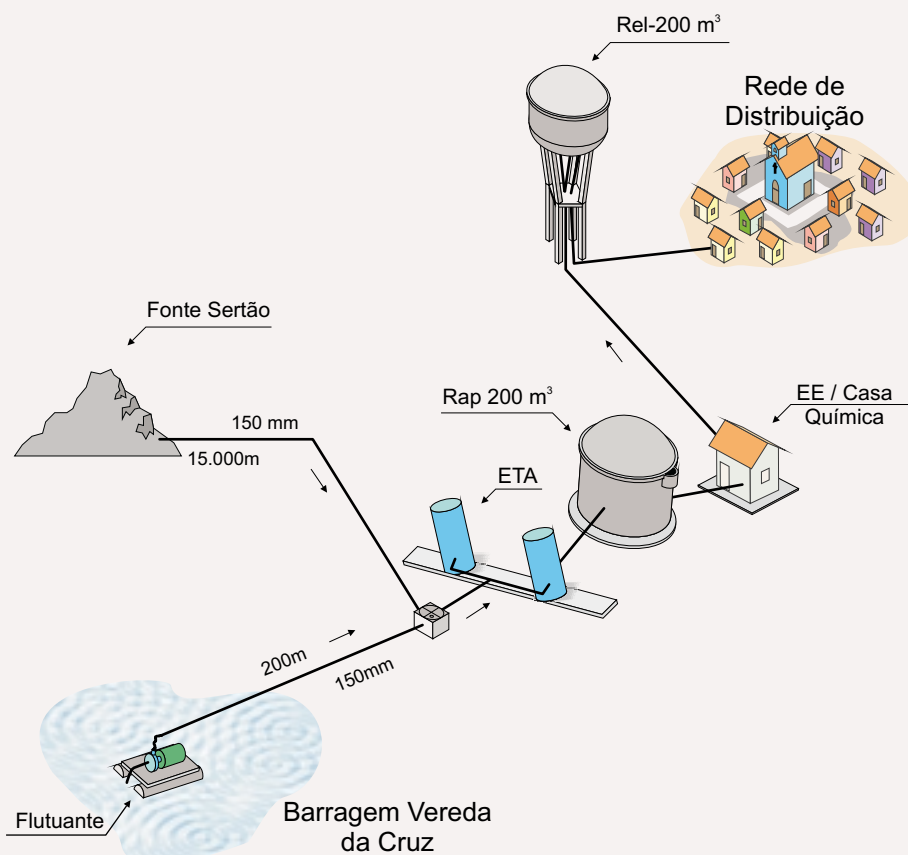
**Tabela 8:** Principais características dos sistemas de abastecimentos existentes

Municípios	Manancial	Disponibilidade	Qualidade
Curimatá	Superficial	Insuficiente	Boa
Avelino Lopes	Superficial	Insuficiente	Boa
Júlio Borges	Subterrâneo	Insuficiente	Péssima

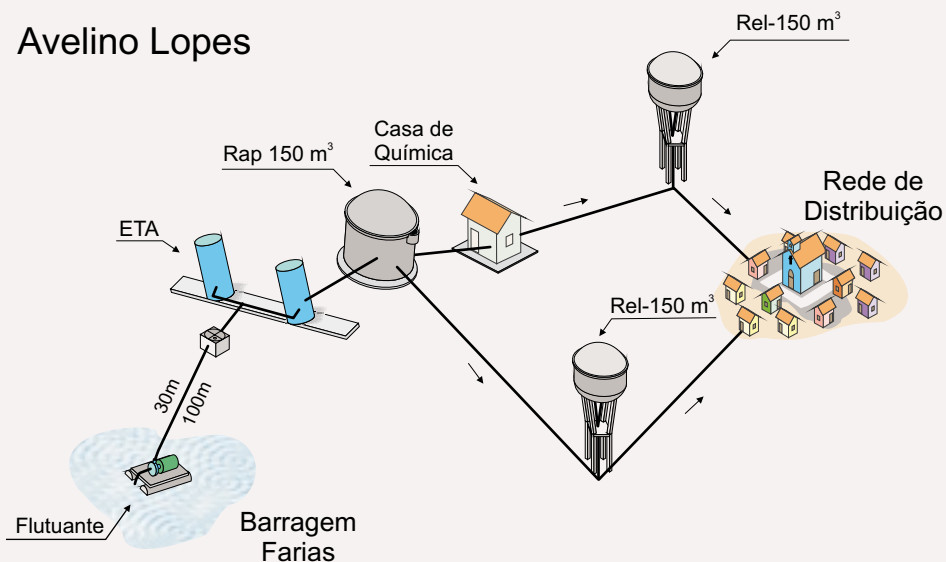
Fonte: ANA - Agência Nacional de Águas/www.ana.gov.br

Na **Figura 3** estão representados em esquemas os sistemas de abastecimento existentes das cidades que compõe o Sistema Adutor Algodões II.

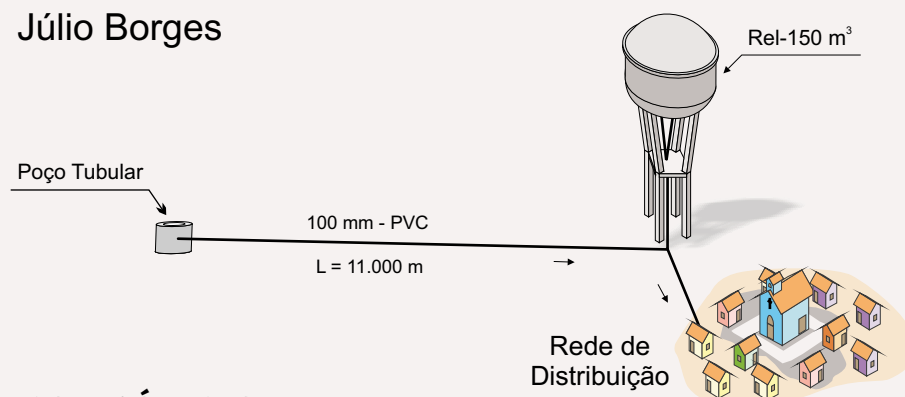
## Curimatá



## Avelino Lopes



## Júlio Borges



## CONSÓRCIO



**Figura 3**  
Esquemas dos Sistemas Existentes de Abastecimento de Água de Curimatá, Avelino Lopes e Júlio Borges

### 5.1.3 Resenha Fotográfica da Vista de Campo

Na **Figura 4** a **Figura 12** estão apresentadas imagens referentes as cidades que compõe o Sistema Adutor Algodões II. Estas fotos foram tiradas em viagem realizada à região do projeto durante a visita de campo para reconhecimento dos locais onde serão projetadas as obras que integrarão o projeto do Sistema Adutor Algodões II.



**Figura 4:** Curimatá: Início de zona urbana.



**Figura 5:** Curimatá: avenida principal.



**Figura 6:** Estrada de acesso Curimatá/Algodões/Júlio Borges.



**Figura 7:** Galeria/tomada D'água do reservatório Algodões II.



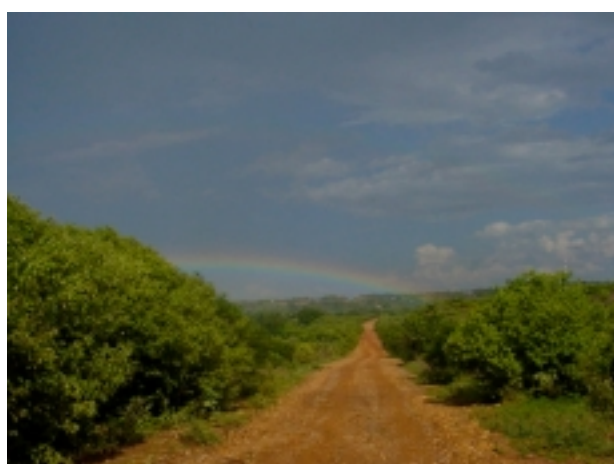
**Figura 8:** Vista geral do Açude Farias (Avelino Lopes).



**Figura 9:** Vista geral da cidade de Júlio Borges.



**Figura 10:** Júlio Borges: área urbana.



**Figura 11:** Estrada de acesso Curimatá - Avelino Lopes.



**Figura 12:** Avelino Lopes: zona urbana.

#### *5.1.4 Conclusões*

Das três cidades a serem beneficiadas, todas apresentam problemas no que diz respeito ao atendimento satisfatório das demandas de abastecimento de suas populações. Além das deficiências do gerenciamento e administração dos sistemas em operação por parte da concessionária local (AGESPISA), principalmente, pela falta de investimentos em ampliações de redes de distribuição e inexistência cadastros das unidades dos sistemas em operação. Outro fato importante diz respeito às garantias oferecidas pelos mananciais atualmente em exploração. Portanto, a partir da implantação do Sistema Adutor Algodões II, a utilização das águas superficiais deste açude suprirá todas as deficiências de fornecimento de água encontradas na região, tanto no que se refere a quantidade como qualidade.

## **5.2 Estudo Populacional**

### *5.2.1 Cidades Atendidas*

A área de abrangência do projeto restringe-se a sedes dos municípios de Curimatá, Avelino Lopes e Julio Borges.



### *5.2.2 Alcance do Estudo*

A data fixada para o início de operação do sistema será a partir do ano 2005 e considerando os estudos para um período de 30 anos, tem-se o ano de 2035 como final de plano.

### *5.2.3 Projeções Populacionais*

#### *5.2.3.1 Considerações Gerais*

O Termo de Referência (TR) no item 2.2.1 na página 20, indica a necessidade de estudo do alcance de projeto de 30 anos, tendo como ano inicial 2004. Como o plano de trabalho e a mobilização da equipe técnica foram entregues em meados de dezembro e o Produto 1 – Relatório de Identificação de Obras (RIO), em fevereiro de 2005, o Consórcio optou por utilizar o ano 2005 como inicial e o ano 2035 como final de alcance do projeto.

Para o presente estudo, a escolha do modelo de projeção populacional baseou-se nos levantamentos censitários do IBGE (1970, 1980, 1991, 1996 e 2000), procurando-se encontrar o ajustamento estatístico da curva observada e obtida com base nos dados censitários desses últimos 30 anos. Porém, como de 1970 a 2000, grande parte dos municípios do Estado do Piauí sofreram desmembramentos para emancipações de novos municípios, para estes casos, foram analisados os comportamentos de crescimento populacional do conjunto de dados: população município origem e população municípios desmembrados (interferentes) a partir do município de origem, ao longo dos Censos realizados pelo IBGE.

Os dados relativos a evolução populacional do estado do Piauí também são informações importantes para análise do crescimento populacional dos municípios que fazem parte do projeto pois mostram o comportamento e as tendências, baseados nos censos do IBGE, do crescimento aferido nas últimas décadas para o Estado.

### 5.2.3.2 População de Referência

Visando aferir o comportamento do crescimento populacional, foi analisada a tendência de crescimento da população total e urbana dos municípios que fazem parte do sistema, somados com os municípios localizados na área de influência do projeto.

### 5.2.3.3 Modelos Estatísticos

A partir dos dados populacionais do IBGE, foram aplicados modelos matemáticos, visando definir a equação que indicasse uma melhor correlação da tendência de crescimento esperada, a partir dos dados conhecidos. Portanto, para a avaliação da população refletida pela expectativa prevista, efetuou-se uma análise de regressão, a partir dos dados censitários de 1970, 1980, 1991, 1996 e 2000, de forma a se obter um modelo matemático capaz de traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento populacional da comunidade. Assim, foram considerados cinco modelos estatísticos de equações de regressão: linear, logarítmico, exponencial, potência e polinomial.

- Equação Linear .....  $y = ax - b$
- Equação Logarítmica .....  $y = a.\ln(x) - b$
- Equação Exponencial.....  $y = a.e^{bx}$
- Equação Potencial.....  $y = ax^b$
- Equação Polinomial .....  $y = ax^2 + bx + c$

A decisão quanto ao método a ser utilizado será baseada no valor do coeficiente  $R^2$  associado a cada regressão, conforme modelos indicados anteriormente e na análise das taxas de crescimento observadas nos últimos dados dos censos. A partir da determinação da taxa de crescimento adequada, foi aplicada a equação do método geométrico:

$$P_{a2} = P_{a1} \times (1 + r)^{a2-a1}, \text{ onde:}$$

$P_{a1}$  – população do ano  $a_1$ ;

$P_{a2}$  – população do ano  $a_2$ ;

$r$  – taxa de crescimento determinada.

## 5.2.4 Resultados e Discussão

### 5.2.4.1 Crescimento Populacional do Estado do Piauí

As taxas de evolução do crescimento populacional do Estado do Piauí, no período de 1970 a 2000, estão apresentadas na **Tabela 9**. O crescimento populacional do Estado neste período apresentou como característica básica taxas decrescentes, sendo a média igual a 1,76%. Quando analisado o local de domicílio, observa-se que em relação à população rural, as taxas aferidas apresentaram valores negativos ao longo do período analisado, ao contrário da população residente em domicílios urbanos cujas taxas foram, em média, sempre crescente. O comportamento observado indica que houve uma forte migração da população rural para as cidades, fato característico na região nordestina nas últimas décadas, ocasionado por diversos fatores, dentre os quais, a questão da seca e a falta de infra-estrutura no meio rural.

**Tabela 9:** Taxas de crescimento populacional do Estado do Piauí.

Região	1970-1980	1980-1991	1991-1996	1996-2000	1970-2000
Urbana	5,26	3,89	2,62	3,54	4,09
Rural	0,82	-0,19	-1,67	-1,42	-0,27
Total	2,44	1,73	0,70	1,55	1,76

Fonte: IBGE

### 5.2.4.2 Crescimento Populacional da Região de Influência do Projeto

Na **Tabela 10** e **Tabela 11** estão apresentados respectivamente os dados populacionais e as taxas de crescimento relativos aos Censos do IBGE de 1970 a 2000, para os municípios que compõem o Sistema Adutor Algodões II e sua região de influência.





Os dados indicam que vem ocorrendo uma forte tendência à migração da população rural para as sedes municipais, característica esta observada no Estado. A última taxa de crescimento total para os municípios de influência do sistema foi aferida em 1,97% (1996/2000), enquanto em relação à população urbana o crescimento no período foi de 6,52%.

**Tabela 10:** Dados populacionais do Sistema Adutor Algodões II e dos municípios de influência referentes aos anos de 1970 a 2000.

SISTEMA	CIDADE ATENDIDA	MUN. DE ORIGEM/ANO DE CRIAÇÃO	ANO														
			1.970			1.980			1.991			1.996			2.000		
			Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Algodões II																	
	<u>Curimatá</u>		999	7.185	8.184	2.227	8.264	10.491	3.606	9.207	12.813	3.988	9.060	13.048	5.267	4.251	9.518
	<u>Avelino Lopes</u>	Curimatá/1962	810	6.866	7.676	1.621	8.527	10.148	3.344	8.661	12.005	4.039	8.602	12.641	5.118	4.507	9.625
	<u>Julio Borges</u>	Curimatá/1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	936	3.930	4.866
	Morro Cabeça no Tempo	Avelino Lopes/1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	704	3.722	4.426
TOTAL GERAL			1.809	14.051	15.860	3.848	16.791	20.639	6.950	17.868	24.818	8.027	17.662	25.689	12.025	16.410	28.435

Fonte: IBGE

**Tabela 11:** Taxas de crescimento populacional do Sistema Adutor Algodões II e dos municípios de influência referentes aos anos de 1970 a 2000.

SISTEMA	CIDADE ATENDIDA	MUNICÍPIO DE ORIGEM/ANO DE CRIAÇÃO	ANO														
			1970 a 1980			1980 a 1991			1991 a 1996			1996 a 2000			1970 a 2000		
			Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Algodões II																	
	<u>Curimatá</u>		8,35	1,41	2,51	4,48	0,99	1,83	2,03	-0,32	0,36	5,72	-14,04	-6,11	5,70	-1,73	0,50
	<u>Avelino Lopes</u>	Curimatá/1962	7,18	2,19	2,83	6,80	0,14	1,54	3,85	-0,14	1,04	4,85	-12,13	-5,31	6,34	-1,39	0,76
	<u>Julio Borges</u>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Morro Cabeça no Tempo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL GERAL			7,84	1,80	2,67	5,52	0,57	1,69	2,92	-0,23	0,69	10,63	-1,82	2,57	6,52	0,52	1,97

Fonte: IBGE

#### 5.2.4.3 Ajuste das Curvas de Crescimento Populacional

As representações gráficas dos ajustes das curvas para a população total e urbana da região de influência do Sistema Adutor Algodões II, utilizando as funções dos modelos citados, com os seus respectivos coeficientes de correlação e equações estão apresentadas na **Figura 13** e **Figura 14**. Os resultados das projeções para o ano 2035, da população de referência do Sistema Adutor Algodões II, calculados através dos métodos de regressão citados anteriormente, estão apresentadas na **Tabela 13** e **Tabela 14**, e representadas graficamente na **Figura 15** e **Figura 16**.

O resumo dos resultados das taxas médias de crescimento para a população da região de influência do Sistema Adutor Algodões II e os respectivos coeficientes de correlações, entre 2005 e 2035, estão apresentados na **Tabela 12**.

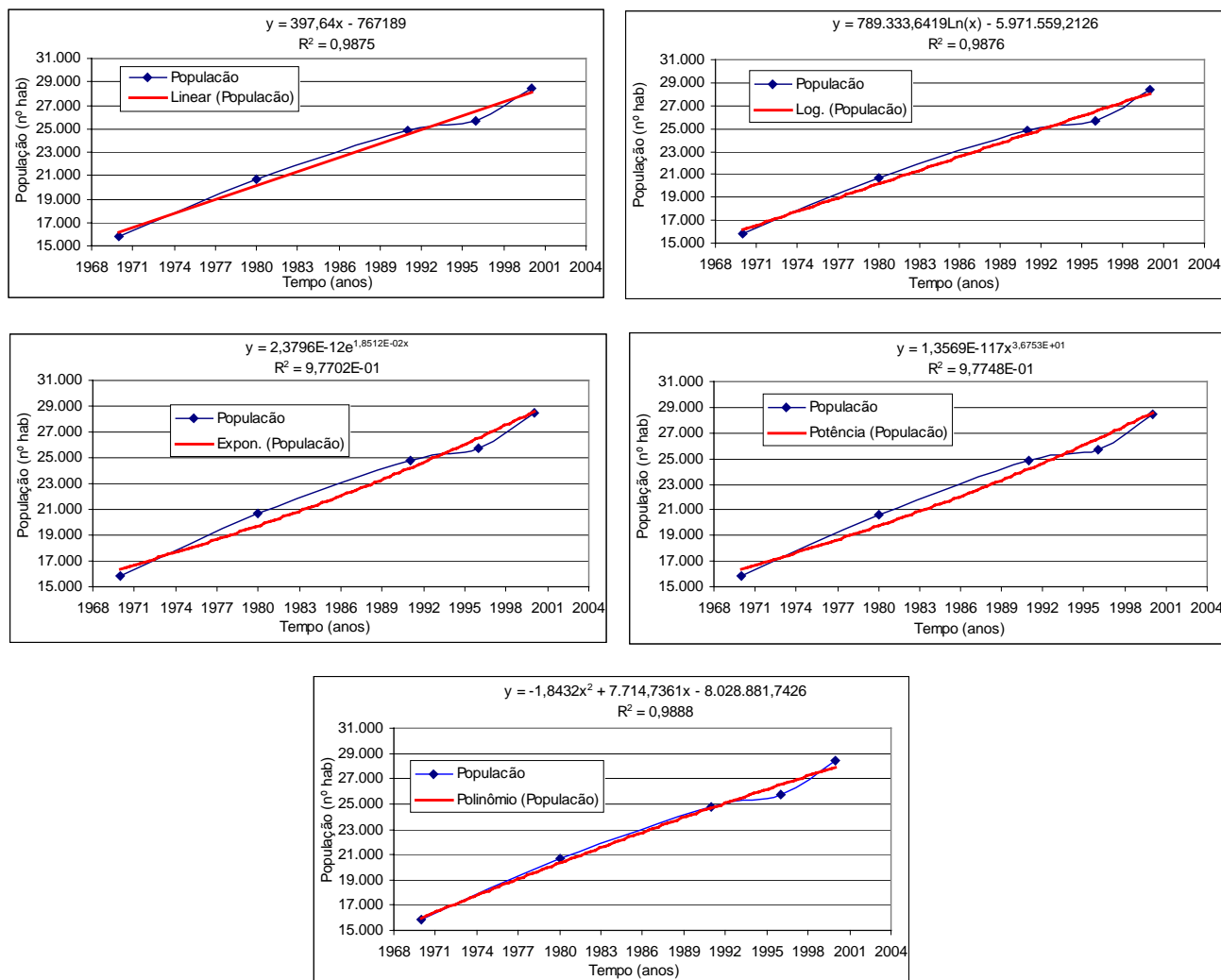
**Tabela 12:** Resumo dos resultados da análise de regressão.

Funções	População (hab.)			
	Total		Urbana	
	R <sup>2</sup>	Taxa (%)	R <sup>2</sup>	Taxa (%)
Linear	0,9875	1,12	0,9199	1,63
Logarítmica	0,9876	1,11	0,9190	1,60
Exponencial	0,9770	1,88	0,9857	6,00
Potência	0,9774	1,85	-	-
Polinomial	0,9888	0,79	0,9665	3,64

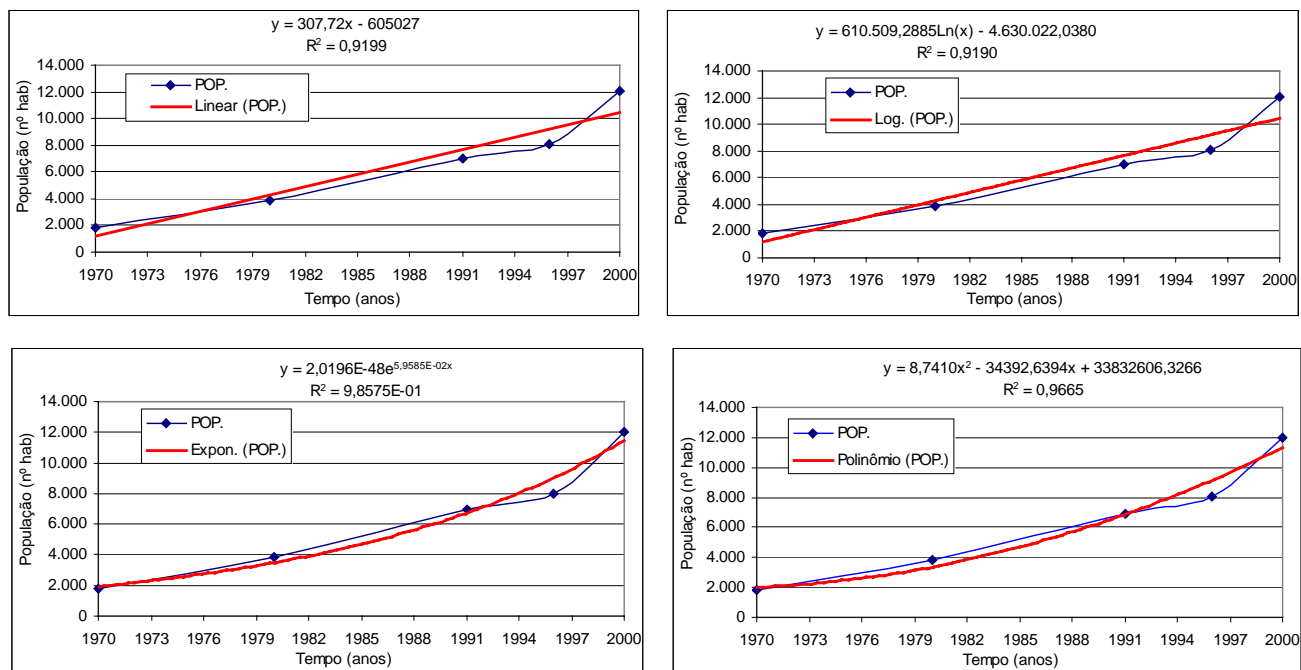
Os ajustes das curvas quando analisada a população total da área de influência do sistema apresentaram altos coeficientes de correlações (valor médio de 0,9837) e uma taxa média de crescimento de 1,35% a.a.(máx. 1,88% e mín. 0,79%).

A mesma análise, apenas com os dados da população urbana total da região, apresentou baixa correlação em relação aos resultados obtidos com os dados da população total (média de 0,9477) e altas taxas de crescimento (máx. 6,00% e mín. 16,0%), estes resultados certamente foram influenciados pela crescente migração da população rural para as sedes urbanas dos municípios de interesse do estudo, no período compreendido entre 1980 e 1990.

**Figura 13:** Ajuste da curva de crescimento da população total da região de influência.



**Figura 14:** Ajuste da curva de crescimento da população urbana da região de influência.



**Tabela 13:** Evolução da população total da região de influência de acordo com os resultados do ajuste das funções.

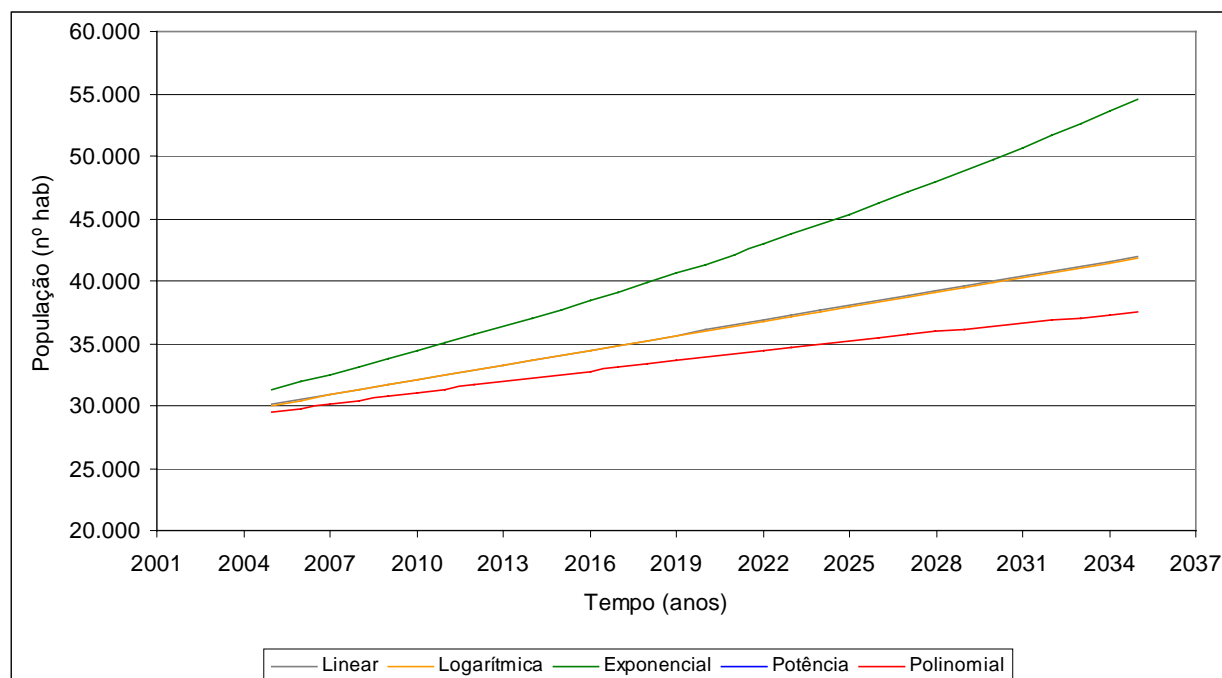
Curva	Linear	Logarítmica	Exponencial	Potência	Polinomial
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,9875</b>	<b>0,9876</b>	<b>0,9770</b>	<b>0,9774</b>	<b>0,9888</b>
Pop.IBGE - Ano de 2000	28.435	28.435	28.435	28.435	28.435
2001	28.489	28.483	29.098	29.059	28.130
2002	28.886	28.878	29.642	29.598	28.467
2003	29.284	29.272	30.195	30.146	28.799
2004	29.682	29.666	30.760	30.704	29.129
2005	30.079	30.060	31.334	31.272	29.454
2006	30.477	30.453	31.920	31.851	29.776
2007	30.874	30.847	32.516	32.439	30.093
2008	31.272	31.240	33.124	33.039	30.408
2009	31.670	31.633	33.743	33.649	30.718
2010	32.067	32.026	34.373	34.270	31.025
2011	32.465	32.418	35.015	34.902	31.329
2012	32.863	32.811	35.670	35.546	31.628
2013	33.260	33.203	36.336	36.201	31.924
2014	33.658	33.595	37.015	36.868	32.216
2015	34.056	33.987	37.707	37.546	32.505
2016	34.453	34.378	38.411	38.237	32.789
2017	34.851	34.770	39.129	38.941	33.070
2018	35.249	35.161	39.860	39.657	33.348
2019	35.646	35.552	40.605	40.385	33.622
2020	36.044	35.943	41.363	41.127	33.892
2021	36.441	36.334	42.136	41.882	34.158
2022	36.839	36.724	42.924	42.650	34.421
2023	37.237	37.114	43.726	43.432	34.680
2024	37.634	37.504	44.543	44.229	34.935
2025	38.032	37.894	45.375	45.039	35.187
2026	38.430	38.284	46.223	45.864	35.435
2027	38.827	38.674	47.086	46.703	35.679
2028	39.225	39.063	47.966	47.557	35.919
2029	39.623	39.452	48.862	48.427	36.156
2030	40.020	39.841	49.775	49.312	36.389
2031	40.418	40.230	50.705	50.212	36.619
2032	40.815	40.618	51.653	51.129	36.845
2033	41.213	41.007	52.618	52.062	37.067
2034	41.611	41.395	53.601	53.012	37.285
2035	42.008	41.783	54.602	53.978	37.500
<b>Taxa média</b>	<b>1,12</b>	<b>1,11</b>	<b>1,88</b>	<b>1,85</b>	<b>0,79</b>

**Tabela 14:** Evolução da população urbana da região de influência de acordo com os resultados do ajuste das funções.

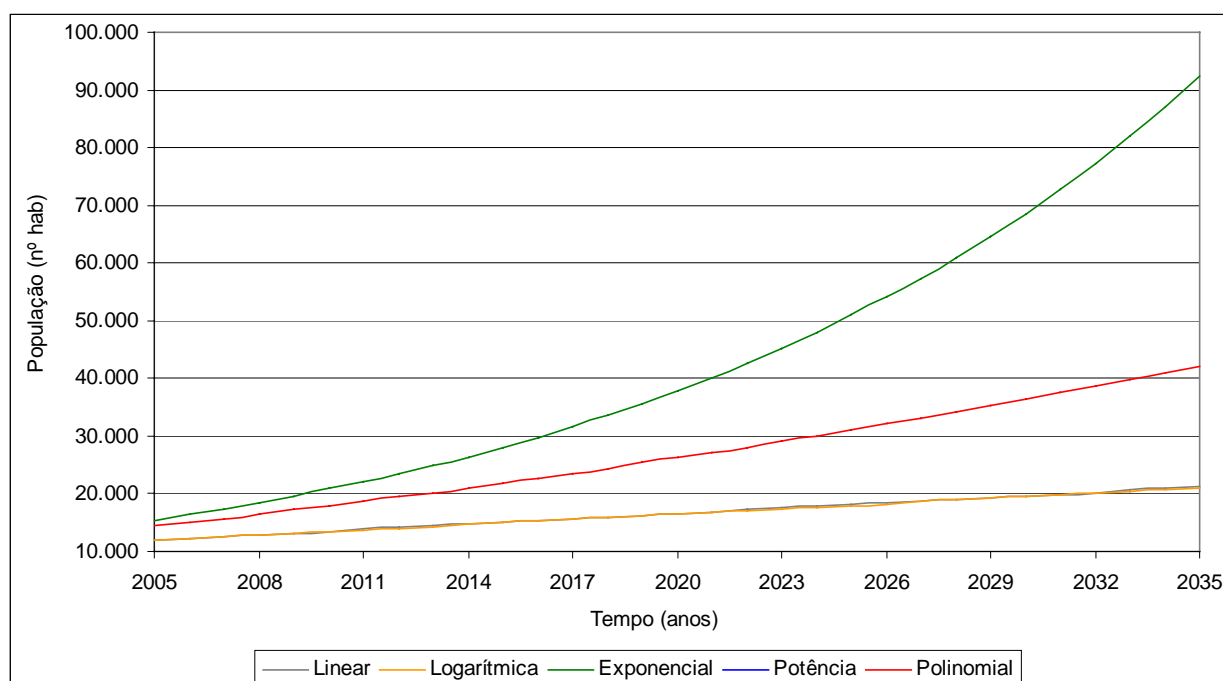
Curva	Linear	Logarítmica	Exponencial	Polinomial
R <sup>2</sup>	<b>0,9199</b>	<b>0,9190</b>	<b>0,9857</b>	<b>0,9665</b>
Pop.IBGE - Ano de 2000	12.025	12.025	12.025	12.025
2001	10.721	10.705	12.190	11.908
2002	11.028	11.010	12.939	12.505
2003	11.336	11.315	13.733	13.120
2004	11.644	11.619	14.576	13.753
2005	11.952	11.924	15.471	14.403
2006	12.259	12.228	16.421	15.070
2007	12.567	12.533	17.429	15.755
2008	12.875	12.837	18.499	16.458
2009	13.182	13.141	19.635	17.178
2010	13.490	13.444	20.841	17.915
2011	13.798	13.748	22.120	18.670
2012	14.106	14.052	23.478	19.443
2013	14.413	14.355	24.920	20.232
2014	14.721	14.658	26.450	21.040
2015	15.029	14.961	28.074	21.865
2016	15.337	15.264	29.797	22.707
2017	15.644	15.567	31.627	23.567
2018	15.952	15.870	33.569	24.444
2019	16.260	16.172	35.630	25.339
2020	16.567	16.474	37.817	26.251
2021	16.875	16.776	40.139	27.181
2022	17.183	17.078	42.603	28.128
2023	17.491	17.380	45.219	29.093
2024	17.798	17.682	47.995	30.075
2025	18.106	17.984	50.942	31.075
2026	18.414	18.285	54.069	32.092
2027	18.721	18.586	57.389	33.126
2028	19.029	18.887	60.913	34.179
2029	19.337	19.188	64.652	35.248
2030	19.645	19.489	68.622	36.335
2031	19.952	19.790	72.835	37.440
2032	20.260	20.090	77.307	38.562
2033	20.568	20.391	82.053	39.701
2034	20.875	20.691	87.091	40.858
2035	21.183	20.991	92.438	42.033
Taxa média	<b>1,63</b>	<b>1,60</b>	<b>6,00</b>	<b>3,64</b>



**Figura 15:** Gráfico dos resultados da regressão para a população total da região de influência.



**Figura 16:** Gráfico dos resultados da regressão para a população urbana da região de influência.



#### 5.2.4.4 Conclusões

As populações das sedes dos municípios do estado do Piauí vêm apresentando um crescimento muito influenciado pela migração das populações rurais aos centros urbanos, o que resultou em taxas de crescimento urbano elevadas nos últimos anos, característica esta confirmada nos municípios da área de influência do projeto.

Os dados do IBGE relativos ao período analisado, indicam que vem ocorrendo uma forte migração da população rural para as sedes municipais. A última taxa de crescimento global para os municípios (1996/2000) foi aferida em 1,97%, enquanto se analisada apenas a população urbana, o crescimento no período foi de 6,52%.

Em relação apenas aos municípios que integram o objeto do estudo, os resultados mostram: no período 1996 a 2000, a população urbana de Curimatá cresceu a uma taxa de 7,20% ao ano e Avelino Lopes aferiu um crescimento a uma taxa de 6,10%. A cidade de Julio Borges não dispõem de dados no período para análise semelhante.

A partir dos dados apresentados, onde se observa a diminuição do ritmo de crescimento da população total (tanto no contexto estadual como nos municípios analisados) e, considerando que nenhum dos municípios integrantes do sistema não possui potencial de atividades geradoras de desenvolvimento (agronegócios, indústria, turismo, etc) e tendo como referência a experiência dos estudos desenvolvidos no âmbito do PROÁGUA/Semi-árido, cujo contexto do programa recomenda: *“... a taxa média esperada de crescimento demográfico para todo o Brasil reduziu-se acentuadamente nos últimos anos, sendo a taxa média para o país, hoje, de cerca de 1% ao ano, com tendência decrescente até atingir a estabilidade (crescimento zero) por volta do ano 2.020, não se devendo adotar taxas de crescimento para um período de 30 anos de projeção, maiores que 2,1% ao ano, exceto em casos plenamente justificados”*, sugerimos as seguintes taxas de crescimento para as sedes municipais objeto do estudo:

- Curimatá.....2,00% ao ano;
- Avelino Lopes .....1,75% ao ano;
- Julio Borges ..... 1,75% ao ano;

Assim, a população estimada para o ano de 2035 para o Sistema Adutor Algodões II será de **21.645 hab.**, sendo para cada cidade os seguintes totais:

- Curimatá ..... 10.533 hab.;
- Avelino Lopes..... 9.393 hab.;
- Julio Borges..... 1.718 hab.;

Como no estudo populacional foi utilizada a população urbana dos municípios, por falta de dados específicos das sedes, indiretamente, nesta estão incluídos os habitantes das pequenas localidades beneficiadas pelo projeto.

Na **Tabela 15** está apresentada a evolução ano a ano da população de projeto do Sistema Adutor Algodões II.

**Tabela 15:** Evolução ano a ano da população de projeto do Sistema Adutor Algodões II.

Ano	Curimatá		Avelino Lopes		Julio Borges	
	T. C. (%)	Pop. (hab.)	T. C. (%)	Pop. (hab.)	T. C. (%)	Pop. (hab.)
Pop. IBGE 2000		5.267		5.118		936
<b>2005</b>		<b>5.815</b>		<b>5.582</b>		<b>1.021</b>
2006		5.931		5.679		1.039
2007		6.050		5.779		1.057
2008		6.171		5.880		1.075
2009		6.295		5.983		1.094
2010		6.420		6.088		1.113
2011		6.549		6.194		1.133
2012		6.680		6.303		1.153
2013		6.813		6.413		1.173
2014		6.950		6.525		1.193
<b>2015</b>		<b>7.089</b>		<b>6.639</b>		<b>1.214</b>
2016		7.230		6.755		1.235
2017		7.375		6.874		1.257
2018		7.523		6.994		1.279
2019		7.673		7.116		1.301
2020	2,00	7.826	1,75	7.241	1,75	1.324
2021		7.983		7.368		1.347
2022		8.143		7.496		1.371
2023		8.306		7.628		1.395
2024		8.472		7.761		1.419
<b>2025</b>		<b>8.641</b>		<b>7.897</b>		<b>1.444</b>
2026		8.814		8.035		1.470
2027		8.990		8.176		1.495
2028		9.170		8.319		1.521
2029		9.353		8.464		1.548
2030		9.540		8.613		1.575
2031		9.731		8.763		1.603
2032		9.926		8.917		1.631
2033		10.124		9.073		1.659
2034		10.327		9.231		1.688
<b>2035</b>		<b>10.533</b>		<b>9.393</b>		<b>1.718</b>

## 5.3 Demandas x Vazões

### 5.3.1 Considerações Gerais

A metodologia utilizada para a definição das demandas e das vazões de projeto é a sugerida nos Termos de Referências do Edital e com os critérios recomendados pelas Normas da ABNT. Os principais parâmetros de projeto definidos neste documento são apresentados a seguir:

### 5.3.2 Parâmetros de Projeto

- Consumo *per capita* bruta  $q$  (L/hab./dia):
  - Para comunidades com população de 4.000 a 50.000 hab.: 150,00
  - Para comunidades com população inferior a 4.000 hab.: 120,00
- Índice de perdas ( $i_p$ ) = 25%
- Índice de abastecimento -  $i_{ab}$  (%): 100,00
- Tempo máximo de funcionamento do sistema: ( $t$ ) = 20 h
- Coeficiente de variação do consumo: os valores adotados foram aqueles usualmente utilizados em sistemas de abastecimento d'água, associados às prescrições normativas da ABNT, normas NBR-9648, NBR-9649, ambas de 1996 e P-NB 568, de 1975.
  - $K_1 = 1,20$  – coeficiente do dia de maior consumo
  - $K_2 = 1,50$  – coeficiente da hora de maior consumo

- Vazões de projeto (L/s):
  - Vazão Média:  $Q_M = P \times \frac{ip \times q \times iab}{86.400}$
  - Vazão Máxima Diária:  $Q_d = Q_m \times K_1$
  - Vazão Máxima Horária:  $Q_h = Q_d \times K_2$
- População de Projeto P (hab): estimada a partir da população atual aplicando-se as taxas de crescimento adotadas durante a vida útil do projeto
- Reservação: este estudo não contempla avaliação e ampliação das redes de distribuição das cidades. Portanto, a reservação adotada se restringe aos aspectos operacionais e funcionais do sistema. Assim, foram projetados reservatórios de compensação em cada elevatória com capacidade de atender o funcionamento dos equipamentos de bombeamento pelo período de 2 horas, no caso de uma paralisação da unidade a montante.

### 5.3.3 Resultados

A partir do resultado do estudo populacional e dos parâmetros definidos anteriormente, calculou-se as demandas e ofertas solicitadas por cada comunidade integrante do projeto. Os cálculos estão apresentados ano a ano até o fim do horizonte do projeto, adotado como sendo 2035, considerando que o início de implantação do projeto se dará em 2005. Os resultados ano a ano das vazões de projeto das cidades contempladas pelo Sistema Adutor Algodões II, e total do sistema, estão apresentados na **Tabela 16** e **Tabela 17**, respectivamente, e as planilhas de cálculo, presentes na **Tabela 18** a **Tabela 19** ao final deste capítulo do relatório.

Para efeito de análise e avaliação da viabilidade do sistema a ser desenvolvida na próxima etapa, foi considerado um índice de perda de 25%. Foi adotado no cálculo das vazões de projeto o funcionamento do sistema de 20 h diárias, valor este a ser

alcançado apenas no final de plano. Os principais indicadores de demandas, ofertas e vazões do projeto, relativos ao ano de 2035, são os seguintes:

- Curimatá:

Demanda (m <sup>3</sup> /ano) .....	432.528,49
Oferta (m <sup>3</sup> /ano) .....	576.704,65
Vazão média (l/s) .....	21,94
Vazão máx. diária (l/s) 10 anos .....	17,72
20 anos .....	21,60
30 anos .....	26,33

- Avelino Lopes:

Demanda (m <sup>3</sup> /ano) .....	385.700,58
Oferta (m <sup>3</sup> /ano) .....	514.267,44
Vazão média (l/s) .....	19,57
Vazão máx. diária (l/s) 10 anos .....	16,60
20 anos .....	19,74
30 anos .....	23,48

- Julio Borges:

Demanda (m <sup>3</sup> /ano) .....	56.430,75
Oferta (m <sup>3</sup> /ano) .....	75.241,00
Vazão média (l/s) .....	2,86
Vazão máx. diária (l/s) 10 anos .....	2,43



20 anos ..... 2,89

30 anos ..... 3,44

Os resultados totais de demandas e vazões para o Sistema Adutor Algodões II são:

- **Sistema Adutor Algodões II:**

Demanda ( $\text{m}^3/\text{ano}$ ) .....874.659,82

Oferta ( $\text{m}^3/\text{ano}$ ) .....1.166.213,10

Vazão média (l/s) ..... 44,38

Vazão máx. diária (l/s) 10 anos ..... 36,75

20 anos ..... 44,23

30 anos ..... 53,25

As demandas das pequenas localidades beneficiadas no projeto estão consideradas dentro das demandas das sedes, pois o estudo populacional foi realizado com a população urbana dos municípios contemplados pelo Sistema Adutor Algodões II.

**Tabela 16:** Evolução das vazões de projeto das cidades que fazem parte do Sistema Adutor Algodões II.

<i>Ano</i>	<i>Curimatá</i>		<i>Avelino Lopes</i>		<i>Julio Borges</i>		<i>Total Sistema</i>	
	<i>Média</i>	<i>Máx.dia</i>	<i>Média</i>	<i>Máx.dia</i>	<i>Média</i>	<i>Máx.dia</i>	<i>Média</i>	<i>Máx.dia</i>
<b>2005</b>	<b>12,11</b>	<b>14,54</b>	<b>11,63</b>	<b>13,95</b>	<b>1,70</b>	<b>2,04</b>	<b>25,45</b>	<b>30,53</b>
2006	12,36	14,83	11,83	14,20	1,73	2,08	25,92	31,10
2007	12,60	15,13	12,04	14,45	1,76	2,11	26,41	31,69
2008	12,86	15,43	12,25	14,70	1,79	2,15	26,90	32,28
2009	13,11	15,74	12,46	14,96	1,82	2,19	27,40	32,88
2010	13,38	16,05	12,68	15,22	1,86	2,23	27,91	33,50
2011	13,64	16,37	12,90	15,49	1,89	2,27	28,44	34,12
2012	13,92	16,70	13,13	15,76	1,92	2,31	28,97	34,76
2013	14,19	17,03	13,36	16,03	1,95	2,35	29,51	35,41
2014	14,48	17,37	13,59	16,31	1,99	2,39	30,06	36,07
<b>2015</b>	<b>14,77</b>	<b>17,72</b>	<b>13,83</b>	<b>16,60</b>	<b>2,02</b>	<b>2,43</b>	<b>30,62</b>	<b>36,75</b>
2016	15,06	18,08	14,07	16,89	2,06	2,47	31,20	37,44
2017	15,36	18,44	14,32	17,18	2,10	2,51	31,78	38,14
2018	15,67	18,81	14,57	17,48	2,13	2,56	32,37	38,85
2019	15,99	19,18	14,83	17,79	2,17	2,60	32,98	39,58
2020	16,31	19,57	15,09	18,10	2,21	2,65	33,60	40,32
2021	16,63	19,96	15,35	18,42	2,25	2,69	34,23	41,07
2022	16,96	20,36	15,62	18,74	2,28	2,74	34,87	41,84
2023	17,30	20,76	15,89	19,07	2,32	2,79	35,52	42,62
2024	17,65	21,18	16,17	19,40	2,37	2,84	36,18	43,42
<b>2025</b>	<b>18,00</b>	<b>21,60</b>	<b>16,45</b>	<b>19,74</b>	<b>2,41</b>	<b>2,89</b>	<b>36,86</b>	<b>44,23</b>
2026	18,36	22,03	16,74	20,09	2,45	2,94	37,55	45,06
2027	18,73	22,48	17,03	20,44	2,49	2,99	38,25	45,91
2028	19,10	22,92	17,33	20,80	2,54	3,04	38,97	46,76
2029	19,49	23,38	17,63	21,16	2,58	3,10	39,70	47,64
2030	19,88	23,85	17,94	21,53	2,63	3,15	40,44	48,53
2031	20,27	24,33	18,26	21,91	2,67	3,21	41,20	49,44
2032	20,68	24,81	18,58	22,29	2,72	3,26	41,97	50,37
2033	21,09	25,31	18,90	22,68	2,77	3,32	42,76	51,31
2034	21,51	25,82	19,23	23,08	2,81	3,38	43,56	52,27
<b>2035</b>	<b>21,94</b>	<b>26,33</b>	<b>19,57</b>	<b>23,48</b>	<b>2,86</b>	<b>3,44</b>	<b>44,38</b>	<b>53,25</b>

**Tabela 17:** Evolução das demandas e vazões de projeto do Sistema Adutor Algodões II.

Ano	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Q. Média (L/s)	Q. Máx.dia (L/s)
<b>2005</b>	<b>501.521,89</b>	<b>668.695,85</b>	<b>25,45</b>	<b>30,53</b>
2006	510.895,49	681.193,98	25,92	31,10
2007	520.445,06	693.926,75	26,41	31,69
2008	530.173,94	706.898,58	26,90	32,28
2009	540.085,48	720.113,98	27,40	32,88
2010	550.183,16	733.577,54	27,91	33,50
2011	560.470,46	747.293,95	28,44	34,12
2012	570.950,97	761.267,96	28,97	34,76
2013	581.628,34	775.504,46	29,51	35,41
2014	592.506,28	790.008,37	30,06	36,07
<b>2015</b>	<b>603.588,57</b>	<b>804.784,76</b>	<b>30,62</b>	<b>36,75</b>
2016	614.879,07	819.838,75	31,20	37,44
2017	626.381,70	835.175,60	31,78	38,14
2018	638.100,48	850.800,64	32,37	38,85
2019	650.039,48	866.719,30	32,98	39,58
2020	662.202,85	882.937,13	33,60	40,32
2021	674.594,84	899.459,78	34,23	41,07
2022	687.219,75	916.293,01	34,87	41,84
2023	700.082,00	933.442,66	35,52	42,62
2024	713.186,05	950.914,73	36,18	43,42
<b>2025</b>	<b>726.536,47</b>	<b>968.715,29</b>	<b>36,86</b>	<b>44,23</b>
2026	740.137,92	986.850,56	37,55	45,06
2027	753.995,13	1.005.326,84	38,25	45,91
2028	768.112,94	1.024.150,59	38,97	46,76
2029	782.496,28	1.043.328,37	39,70	47,64
2030	797.150,14	1.062.866,86	40,44	48,53
2031	812.079,66	1.082.772,87	41,20	49,44
2032	827.290,02	1.103.053,36	41,97	50,37
2033	842.786,55	1.123.715,40	42,76	51,31
2034	858.574,65	1.144.766,20	43,56	52,27
<b>2035</b>	<b>874.659,82</b>	<b>1.166.213,10</b>	<b>44,38</b>	<b>53,25</b>

**Tabela 18:** Curimatá - Evolução das demandas.

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	
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia
2005	2,00	5.815	25	112,50	150,00	100,00	238.786,39	318.381,85	12,11	14,54
2006		5.931	25	112,50	150,00	100,00	243.562,11	324.749,49	12,36	14,83
2007		6.050	25	112,50	150,00	100,00	248.433,36	331.244,48	12,60	15,13
2008		6.171	25	112,50	150,00	100,00	253.402,02	337.869,37	12,86	15,43
2009		6.295	25	112,50	150,00	100,00	258.470,06	344.626,75	13,11	15,74
2010		6.420	25	112,50	150,00	100,00	263.639,47	351.519,29	13,38	16,05
2011		6.549	25	112,50	150,00	100,00	268.912,26	358.549,67	13,64	16,37
2012		6.680	25	112,50	150,00	100,00	274.290,50	365.720,67	13,92	16,70
2013		6.813	25	112,50	150,00	100,00	279.776,31	373.035,08	14,19	17,03
2014		6.950	25	112,50	150,00	100,00	285.371,84	380.495,78	14,48	17,37
2015		7.089	25	112,50	150,00	100,00	291.079,27	388.105,70	14,77	17,72
2016		7.230	25	112,50	150,00	100,00	296.900,86	395.867,81	15,06	18,08
2017		7.375	25	112,50	150,00	100,00	302.838,88	403.785,17	15,36	18,44
2018		7.523	25	112,50	150,00	100,00	308.895,65	411.860,87	15,67	18,81
2019		7.673	25	112,50	150,00	100,00	315.073,57	420.098,09	15,99	19,18
2020		7.826	25	112,50	150,00	100,00	321.375,04	428.500,05	16,31	19,57
2021		7.983	25	112,50	150,00	100,00	327.802,54	437.070,05	16,63	19,96
2022		8.143	25	112,50	150,00	100,00	334.358,59	445.811,45	16,96	20,36
2023		8.306	25	112,50	150,00	100,00	341.045,76	454.727,68	17,30	20,76
2024		8.472	25	112,50	150,00	100,00	347.866,68	463.822,23	17,65	21,18
2025		8.641	25	112,50	150,00	100,00	354.824,01	473.098,68	18,00	21,60
2026		8.814	25	112,50	150,00	100,00	361.920,49	482.560,65	18,36	22,03
2027		8.990	25	112,50	150,00	100,00	369.158,90	492.211,87	18,73	22,48
2028		9.170	25	112,50	150,00	100,00	376.542,08	502.056,10	19,10	22,92
2029		9.353	25	112,50	150,00	100,00	384.072,92	512.097,23	19,49	23,38
2030		9.540	25	112,50	150,00	100,00	391.754,38	522.339,17	19,88	23,85
2031		9.731	25	112,50	150,00	100,00	399.589,47	532.785,95	20,27	24,33
2032		9.926	25	112,50	150,00	100,00	407.581,25	543.441,67	20,68	24,81
2033		10.124	25	112,50	150,00	100,00	415.732,88	554.310,51	21,09	25,31
2034		10.327	25	112,50	150,00	100,00	424.047,54	565.396,72	21,51	25,82
2035		10.533	25	112,50	150,00	100,00	432.528,49	576.704,65	21,94	26,33

**Tabela 19:** Avelino Lopes - Evolução das demandas.

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	
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia
2005	1,75	5.582	25	112,50	150,00	100,00	229.201,66	305.602,21	11,63	13,95
2006		5.679	25	112,50	150,00	100,00	233.212,69	310.950,25	11,83	14,20
2007		5.779	25	112,50	150,00	100,00	237.293,91	316.391,88	12,04	14,45
2008		5.880	25	112,50	150,00	100,00	241.446,55	321.928,74	12,25	14,70
2009		5.983	25	112,50	150,00	100,00	245.671,87	327.562,49	12,46	14,96
2010		6.088	25	112,50	150,00	100,00	249.971,13	333.294,84	12,68	15,22
2011		6.194	25	112,50	150,00	100,00	254.345,62	339.127,49	12,90	15,49
2012		6.303	25	112,50	150,00	100,00	258.796,67	345.062,23	13,13	15,76
2013		6.413	25	112,50	150,00	100,00	263.325,61	351.100,82	13,36	16,03
2014		6.525	25	112,50	150,00	100,00	267.933,81	357.245,08	13,59	16,31
2015		6.639	25	112,50	150,00	100,00	272.622,65	363.496,87	13,83	16,60
2016		6.755	25	112,50	150,00	100,00	277.393,55	369.858,06	14,07	16,89
2017		6.874	25	112,50	150,00	100,00	282.247,93	376.330,58	14,32	17,18
2018		6.994	25	112,50	150,00	100,00	287.187,27	382.916,36	14,57	17,48
2019		7.116	25	112,50	150,00	100,00	292.213,05	389.617,40	14,83	17,79
2020		7.241	25	112,50	150,00	100,00	297.326,78	396.435,71	15,09	18,10
2021		7.368	25	112,50	150,00	100,00	302.530,00	403.373,33	15,35	18,42
2022		7.496	25	112,50	150,00	100,00	307.824,27	410.432,36	15,62	18,74
2023		7.628	25	112,50	150,00	100,00	313.211,20	417.614,93	15,89	19,07
2024		7.761	25	112,50	150,00	100,00	318.692,39	424.923,19	16,17	19,40
2025		7.897	25	112,50	150,00	100,00	324.269,51	432.359,35	16,45	19,74
2026		8.035	25	112,50	150,00	100,00	329.944,23	439.925,64	16,74	20,09
2027		8.176	25	112,50	150,00	100,00	335.718,25	447.624,33	17,03	20,44
2028		8.319	25	112,50	150,00	100,00	341.593,32	455.457,76	17,33	20,80
2029		8.464	25	112,50	150,00	100,00	347.571,20	463.428,27	17,63	21,16
2030		8.613	25	112,50	150,00	100,00	353.653,70	471.538,27	17,94	21,53
2031		8.763	25	112,50	150,00	100,00	359.842,64	479.790,19	18,26	21,91
2032		8.917	25	112,50	150,00	100,00	366.139,89	488.186,51	18,58	22,29
2033		9.073	25	112,50	150,00	100,00	372.547,33	496.729,78	18,90	22,68
2034		9.231	25	112,50	150,00	100,00	379.066,91	505.422,55	19,23	23,08
2035		9.393	25	112,50	150,00	100,00	385.700,58	514.267,44	19,57	23,48

**Tabela 20:** Júlio Borges - Evolução das demandas.

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	
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia
2005	1,75	1.021	25	90,00	120,00	100,00	33.533,84	44.711,79	1,70	2,04
2006		1.039	25	90,00	120,00	100,00	34.120,68	45.494,25	1,73	2,08
2007		1.057	25	90,00	120,00	100,00	34.717,80	46.290,39	1,76	2,11
2008		1.075	25	90,00	120,00	100,00	35.325,36	47.100,48	1,79	2,15
2009		1.094	25	90,00	120,00	100,00	35.943,55	47.924,74	1,82	2,19
2010		1.113	25	90,00	120,00	100,00	36.572,56	48.763,42	1,86	2,23
2011		1.133	25	90,00	120,00	100,00	37.212,58	49.616,78	1,89	2,27
2012		1.153	25	90,00	120,00	100,00	37.863,80	50.485,07	1,92	2,31
2013		1.173	25	90,00	120,00	100,00	38.526,42	51.368,56	1,95	2,35
2014		1.193	25	90,00	120,00	100,00	39.200,63	52.267,51	1,99	2,39
2015		1.214	25	90,00	120,00	100,00	39.886,64	53.182,19	2,02	2,43
2016		1.235	25	90,00	120,00	100,00	40.584,66	54.112,88	2,06	2,47
2017		1.257	25	90,00	120,00	100,00	41.294,89	55.059,86	2,10	2,51
2018		1.279	25	90,00	120,00	100,00	42.017,55	56.023,40	2,13	2,56
2019		1.301	25	90,00	120,00	100,00	42.752,86	57.003,81	2,17	2,60
2020		1.324	25	90,00	120,00	100,00	43.501,03	58.001,38	2,21	2,65
2021		1.347	25	90,00	120,00	100,00	44.262,30	59.016,40	2,25	2,69
2022		1.371	25	90,00	120,00	100,00	45.036,89	60.049,19	2,28	2,74
2023		1.395	25	90,00	120,00	100,00	45.825,04	61.100,05	2,32	2,79
2024		1.419	25	90,00	120,00	100,00	46.626,98	62.169,30	2,37	2,84
2025		1.444	25	90,00	120,00	100,00	47.442,95	63.257,26	2,41	2,89
2026		1.470	25	90,00	120,00	100,00	48.273,20	64.364,27	2,45	2,94
2027		1.495	25	90,00	120,00	100,00	49.117,98	65.490,64	2,49	2,99
2028		1.521	25	90,00	120,00	100,00	49.977,55	66.636,73	2,54	3,04
2029		1.548	25	90,00	120,00	100,00	50.852,15	67.802,87	2,58	3,10
2030		1.575	25	90,00	120,00	100,00	51.742,07	68.989,42	2,63	3,15
2031		1.603	25	90,00	120,00	100,00	52.647,55	70.196,74	2,67	3,21
2032		1.631	25	90,00	120,00	100,00	53.568,88	71.425,18	2,72	3,26
2033		1.659	25	90,00	120,00	100,00	54.506,34	72.675,12	2,77	3,32
2034		1.688	25	90,00	120,00	100,00	55.460,20	73.946,93	2,81	3,38
2035		1.718	25	90,00	120,00	100,00	56.430,75	75.241,00	2,86	3,44

## 5.4 Serviços de Campo

### 5.4.1 Levantamento Topográfico

#### 5.4.1.1 Introdução

Os serviços topográficos executados no Sistema Adutor Algodões II constaram de levantamentos planialtimétricos ao longo dos trechos adutores e das áreas de implantação das obras, como estações de tratamento, elevatórias e reservatórios.

As cadernetas de campo relativas aos serviços topográficos estão apresentadas no **Tomo IV.5 – Anexos**.

Os serviços topográficos desenvolvidos se destinaram ao detalhamento do projeto dos trechos adutores, sendo executados segundo as especificações que se seguem.

#### 5.4.1.2 Implantação do Apoio Básico

Implantação dos pontos de apoio básico ao longo dos eixos das adutoras, utilizando rastreamento de satélites por GPS geodésico, para a determinação de suas coordenadas planimétricas, a partir de pontos do IBGE.

A altimetria dos pontos de apoio básico foi determinada por nivelamento geométrico, a partir de RNs do IBGE. As cotas de partida e de fechamento do nivelamento foram, sempre que possível, iniciadas e terminadas em marcos do IBGE.

#### 5.4.1.3 Levantamento dos eixos adutores

O levantamento dos eixos adutores será feito com o emprego de estação total e as medidas lineares poderão ser feitas com a utilização de trenas de aço ou fibra de vidro ou, ainda, de forma indireta. O eixo será piqueteado normalmente em todos os piquetes implantados serão colocadas estacas-testemunha, constituídas de madeira resistente com cerca de 60cm de comprimento, providas de entalhe, aonde será escrita com tinta a óleo de cima para baixo, o número correspondente. Estas estacas serão localizadas sempre à esquerda do estaqueamento, no sentido

crescente de sua numeração e com o número voltado para o piquete. Os piquetes correspondentes a cada 1.000m das tangentes longas serão amarradas à "pontos de segurança".

A poligonal de locação irá iniciar e terminar em pontos de apoio básico, implantados por GPS geodésico.

#### 5.4.1.4 Altimetria da Poligonal

O fechamento altimétrico da poligonal do eixo será feito em cotas determinadas por meio de GPS, uma vez que não se dispõe de pontos do IBGE suficientes para determinar a ondulação geoidal na região.

#### 5.4.1.5 Amarrações e RN s

Todos os PI's deverão ser amarrados em V, fora do eixo, por meio de piquetes de madeira. As tangentes longas também deverão receber amarrações espaçadas de no máximo 1.000 metros.

Para a implantação. da rede de RNs, deve ser obedecido um espaçamento máximo de 1.000 m. Poderão ser utilizados pontos notáveis e fixos, tais como, cabeças de bueiros, varanda de pontes, etc... Na ausência destes pontos deverão ser implantados marcos de concreto de seção quadrangular, medindo 10cm x 10 cm e 50 cm de comprimento e com um prego cravado na face, na intercessão das diagonais. Estes marcos deverão ser enterrados 30cm e conterão, em tinta a óleo. (na cor vermelha) as letras RN e a número de ordem correspondente.

As cotas de partida e de fechamento dos nivelamentos deverão, sempre que possível, iniciar e terminar em marcos do IBGE.



#### 5.4.1.6 Levantamentos Plani-altimétricos

Deverão ser apresentadas plantas planialtimétricas detalhadas das áreas, para implantação das obras de captação, estação elevatória, reservação, estação de tratamento, etc., em escala de 1:2.000 No caso de estruturas especiais, que requeiram escala maior, as plantas poderão ser elaboradas em escalas 1:1000 ou 1:500, com curvas de nível de 5,0 m e 5,0 m, contendo a locação de estradas e de todos os pontos notáveis, além dos limites das propriedades que interceptam as áreas.

O nivelamento das áreas deverá está amarrado aos RNs da poligonal dos eixos das adutoras.

#### 5.4.1.7 Cadastro de Propriedades

O levantamento topográfico procurou evitar que propriedades e benfeitorias fossem atingidas pelo eixo adutor, eliminando desapropriações futuras. No sistema adutor Algodões II não ocorreram casos que necessitassem de cadastramento, pois o eixo adutor locado em campo sempre se manteve dentro da faixa de domínio das rodovias e com distância regulamentar para as propriedades e benfeitorias.

#### 5.4.1.8 Metodologia dos Serviços Topográficos de Campo

O levantamento planimétrico do eixo topográfico foi realizado a partir da cidade de Curimatá e contou com o apoio dos marcos implantados através do uso de GPS. Os marcos implantados nos sistema e suas respectivas coordenadas (UTM), são:

\*Curimatá

M-3 (M-11) – E: 576.895,940 / N: -8.891.941,909;

M-3<sup>a</sup> (M-11A) – E: 576.999,554 / N: -8.892.096,440;

Também foram implantados marcos de coordenadas (UTM) nas demais cidades que fazem parte do sistema. Estes correspondem aos marcos M-11B a M-11G e serviram

para conferência planimétrica dos eixos topográficos, bem como, para o georeferenciamento dos mesmos.

Quanto à altimetria do eixo topográfico, adotou-se a cota de valor 328.960, referente à cota da calçada, lado norte, do prédio da prefeitura municipal (Curimatá), implantada pelo IBGE. Suas coordenadas são:

Lat. = - 10 02'10" ; Long. = - 44 18'17". (Ver anexo)

Ao longo do caminhar da adutora, nos 06 trechos levantados, como também nas cidades que fazem parte do sistema, foram realizadas conferências da altimetria do eixo topográfico através de Referências de Nível do IBGE.

#### *5.4.2 Levantamentos Geotécnicos*

##### *5.4.2.1 Introdução*

As investigações para caracterização geotécnica dos trechos adutores pertencentes ao Sistema Adutor Algodões II constaram de SONDAgens A TRADO (ST) ao longo dos trechos adutores, nas jazidas de materiais para reaterro e em diversos locais das regiões urbanas das cidades a serem beneficiadas pelo Sistema.

Os volumes de materiais pétreos e arenosos utilizados em obras de sistemas adutores, são pequenos para se fazer um estudo de jazidas de exploração. O custo de mobilização e instalações de uma estrutura para exploração (pessoal e equipamentos) é alto em função do volume a ser extraído, sendo mais viável a aquisição de brita e areia no mercado local das cidades beneficiadas pelo sistema.

As cadernetas de campo relativas aos serviços geotécnicos estão apresentadas no **Tomo IV.3 – Anexos.**

##### *5.4.2.2 Metodologia de Execução*

A sondagem a trado é um método de investigação que utiliza como instrumento o trado, um tipo de amostrador de solo constituído por lâminas cortantes que podem

ser espiralados (trado helicoidal ou espiralado) ou convexas (trado concha). Os equipamentos e ferramentas constam dos seguintes elementos: trado concha, com diâmetro mínimo de 63mm (2 1/2'); cruzetas, hastes e luvas de ferro galvanizado; ponteira constituída por peça em aço terminada em bisel; chaves de grifo; metro ou trena; recipientes herméticos para amostras tipo copo; parafina; sacos plásticos ou de lona; etiquetas para identificação; medidor de nível de água.

As hastes deverão ser retilíneas e dotadas de rosca em bom estado que permitam firme conexão com as luvas. Quando acopladas, as hastes deverão formar um conjunto retilíneo. A perfuração é feita com os operadores girando a barra horizontal acoplada a hastes verticais, em cuja extremidade encontra-se a broca. A cada 5 ou 6 rotações, forçando-se o trado para baixo é necessário retirar a broca para remover o material acumulado que é colocado em sacos de lona devidamente etiquetados. Quando o avanço do trado concha se tornar difícil deverá ser utilizado o trado helicoidal, em se tratando de solos argilosos, ou deverá ser feita uma tentativa de avanço empregando-se uma ponteira, em caso de camada de cascalho. A sondagem a trado será dada como terminada nos seguintes casos:

- Quando atingir a profundidade especificada na programação do serviço;
- Quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos das paredes do furo;
- Quando o avanço de trado for inferior a 5 cm em 10 minutos de operação contínua de perfuração.

Quando o material perfurado for homogêneo, as amostras deverão ser coletadas a cada metro. Se houver mudança no transcorrer do metro perfurado deverão ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

#### 5.4.2.3 Sondagens Executadas

##### ▪ Nos Trechos Adutores:

As sondagens a trado executadas ao longo dos eixos adutores do Sistema Adutor Algodões II tiveram espaçamento médio de 200m entre si. A seguir é apresentado na **Tabela 21** o resumo desses serviços.

**Tabela 21:** Sondagens a trado executadas ao longo dos eixos adutores do Sistema Adutor Algodões II.

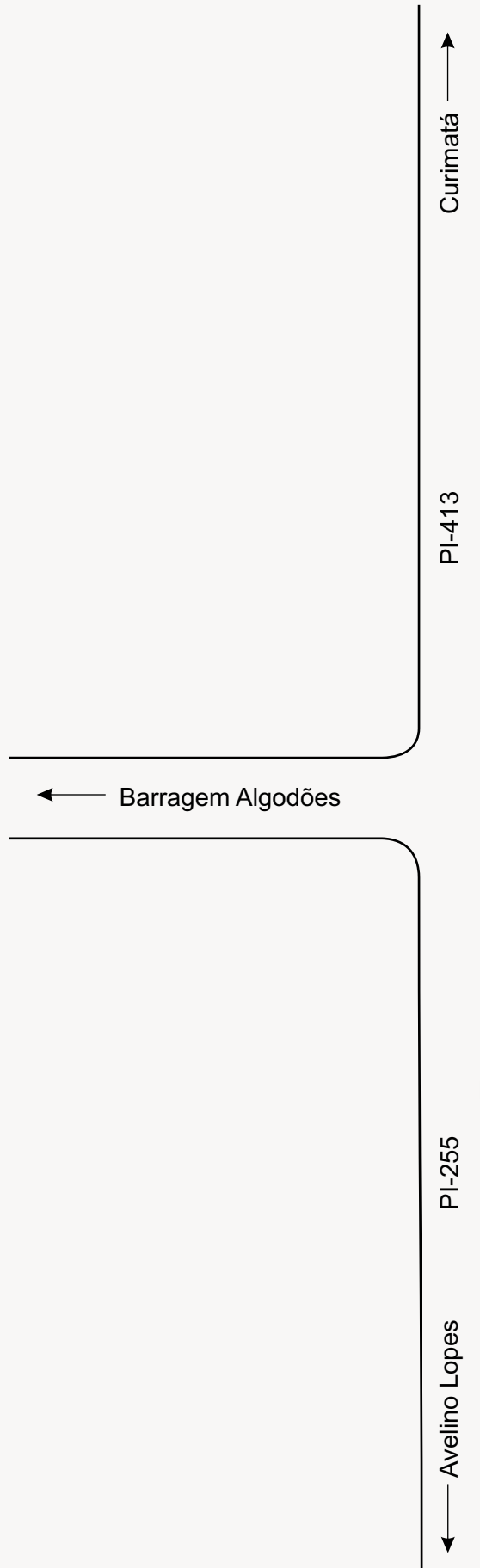
TRECHO	Nº DE FUROS	EXT. SONDADA DO TRECHO (m)	MÉDIA CATEGORIAS		
			1ª	2ª	3ª
T1: Barragem Algodões II / Espinhos-Alto Alegre	65	13.000	80%	19%	1%
T2: Espinhos-Alto Alegre/ Curimatá	66	13.200	93%	6,65%	0,35%
T3: Espinhos / Avelino Lopes	157	31.500	84%	15,2%	0,8%
T4: Barragem Algodões II / Júlio Borges	99	19.700	75%	23,75%	1,25%
<b>TOTAL</b>	<b>387</b>	<b>77.400</b>	<b>81%</b>	<b>16,15%</b>	<b>0,85%</b>

▪ **Nas Jazidas:**

No estudo dos materiais selecionados para reaterro, foi locada e estudada 01 (uma) jazida. A seguir apresentamos na **Figura 17** o croqui dessa jazida com sua localização e características.

**Jazida Nº 01**

Área: 10.000,00 m<sup>2</sup>  
Profundidade: Média 1,00 m  
Volume Util: 10.000,00 m<sup>3</sup>



**Figura 17 - Sistema Adutor Algodões II**

Croqui de Localização  
e Dados da Jazida Nº 01

## 5.5 Concepção do Projeto

O projeto do Sistema Adutor Algodões II corresponde a um total de 77 Km de extensão de ramais adutores. Devido a grande extensão entre as principais cidades abastecidas pelo Sistema, o projeto consta de estações elevatórias de bombeamento a montante dos principais trechos adutores, de forma a diminuir as potências instaladas do sistema e garantir menores pressões internas nas tubulações dos ramais adutores. Porém, de acordo com o perfil topográfico da região, os trechos T-2 e T-3 serão gravitários, não havendo necessidade de estações elevatórias para bombeamento para as cidades de Alto Alegre e Curimatá. Outros elementos que constituem o projeto do Sistema Adutor Algodões II são reservatórios implantados juntos às estações elevatórias, servindo de poço de sucção e reservatório de compensação, para garantir o abastecimento contínuo no caso de paralisações de alguma unidade interdependente do sistema.

### 5.5.1 Manancial de Abastecimento – Informações Hidrológicas

O manancial que irá abastecer o Sistema Adutor Algodões II será o reservatório Algodões II. A seguir apresentam-se algumas características técnicas desta barragem:

**Tabela 22:** Características técnicas da Barragem Algodões II

<b>Área da bacia hidrográfica</b>	1.254,00 Km <sup>2</sup>
<b>Capacidade</b>	247 milhões de m <sup>3</sup>
<b>Coordenadas do eixo</b>	Lat. 10°09' Long. 44°12'
<b>Rio barrado</b>	Curimatá
<b>Extensão</b>	500 m
<b>Altura</b>	35 m
<b>Descarga regularizada</b>	≅ 2,60 m <sup>3</sup> /s

A bacia hidrográfica do Riacho Curimatá, até o local a ser barrado, abrange uma área de aproximadamente 1.254,00 Km<sup>2</sup> e está situada na região sul do Estado do Piauí, no vale do Rio Gurguéia, fronteira do Estado da Bahia. Principais características da bacia:

- Área da bacia hidrográfica1 ..... 254,30 Km<sup>2</sup>
- Comprimento do talvegue principal..... 65,00 Km
- Perímetro da bacia..... 143,00 Km
- Desnível do rio principal ..... 220,00 m

De acordo com o projeto da barragem, o nível mínimo de sua operação encontra-se na cota 365,50 m e a lâmina máxima está na cota 390,40 m.

### 5.5.2 Captação

A captação de água para abastecimento das cidades que compõe o Sistema Adutor Algodões II será realizada diretamente no lago do reservatório Algodões II. Dessa forma, será adotada captação flutuante pois é tradicionalmente aplicada nesse caso, considerando as garantias de captação, mesmo em situações de níveis mínimos que este arranjo ofereça.

Definiu-se a região do lago junto à parede da barragem como local ideal para captação, pois, de acordo com a visita feita a área do projeto, este local tem fácil acesso e, também, possibilita profundidade segura para a realização da captação por flutuante (**Figura 18**).

**Figura 18:** Vista do local da captação no lago da Barragem Algodões II



### 5.5.3 Traçado

A concepção do traçado adotado para o Sistema Adutor Algodões II priorizou o acompanhamento das vias de acesso que ligam as cidades que fazem parte do Sistema, procurando atender também às localidades englobadas pelo projeto.

Dessa forma, partindo da Barragem Algodões II seguem-se dois ramais. O primeiro partindo da barragem em direção ao Sul, até Júlio Borges, margeando a PI-413, passando pelas localidades Caldeirão e Flor do Tempo. O segundo, parte do entroncamento que dá acesso à barragem, seguindo ao norte para a localidade de Alto Alegre, margeando estrada vicinal carroçável, trecho em más condições de tráfego, passando pela localidade de Lagoa Grande. A partir desse ponto, o traçado segue rumo ao Leste, para Avelino Lopes, passando pela localidade de Farias, e rumo ao Oeste, até Curimatá, passando pela localidades Curralinho e Delícia. Nos dois casos o caminhamento segue pela faixa de domínio da rodovia PI-255.

### 5.5.4 Trechos Adutores

A partir do traçado, foram definidos trechos adutores tendo como pontos a montante e jusante as principais cidades do Sistema. Na **Tabela 23** estão apresentados os trechos que compõem o projeto do Sistema Adutor Algodões II.

**Tabela 23:** Trechos Adutores do Sistema Adutor Algodões II

Trecho	Cidade Montante	Cidade Jusante	Estrada Margeada	Tipo de Estrada
T-1	Barragem Algodões II	Acesso a barragem na PI-413	Vicinal	Carroçável
T-2	Acesso barragem na PI-413	Alto Alegre	PI-413	Carroçável
T-3	Alto Alegre	Curimatá	PI-225	Carroçável
T-4	Alto Alegre	Avelino Lopes	PI-225	Carroçável
T-5	Acesso barragem na PI-413	Júlio Borges	PI-413	Carroçável



#### 5.5.5 Estações Elevatórias/Reservatórios de Compensação

Devido a grande extensão do traçado do Sistema Adutor Algodões II, foi definida a implantação de estações elevatórias (EE) de bombeamento de água a montante dos trechos adutores. Porém, de acordo com perfil topográfico da região, os trechos T-2 e T-3 serão gravitários, não havendo necessidade de estações elevatórias para bombeamento para a localidade de Alto Alegre e a cidade de Curimatá.

Anexo às EE constarão reservatórios funcionando como poço de sucção e reservatório de compensação. Na **Tabela 24** estão apresentadas as EE propostas para o Sistema Adutor Algodões II.

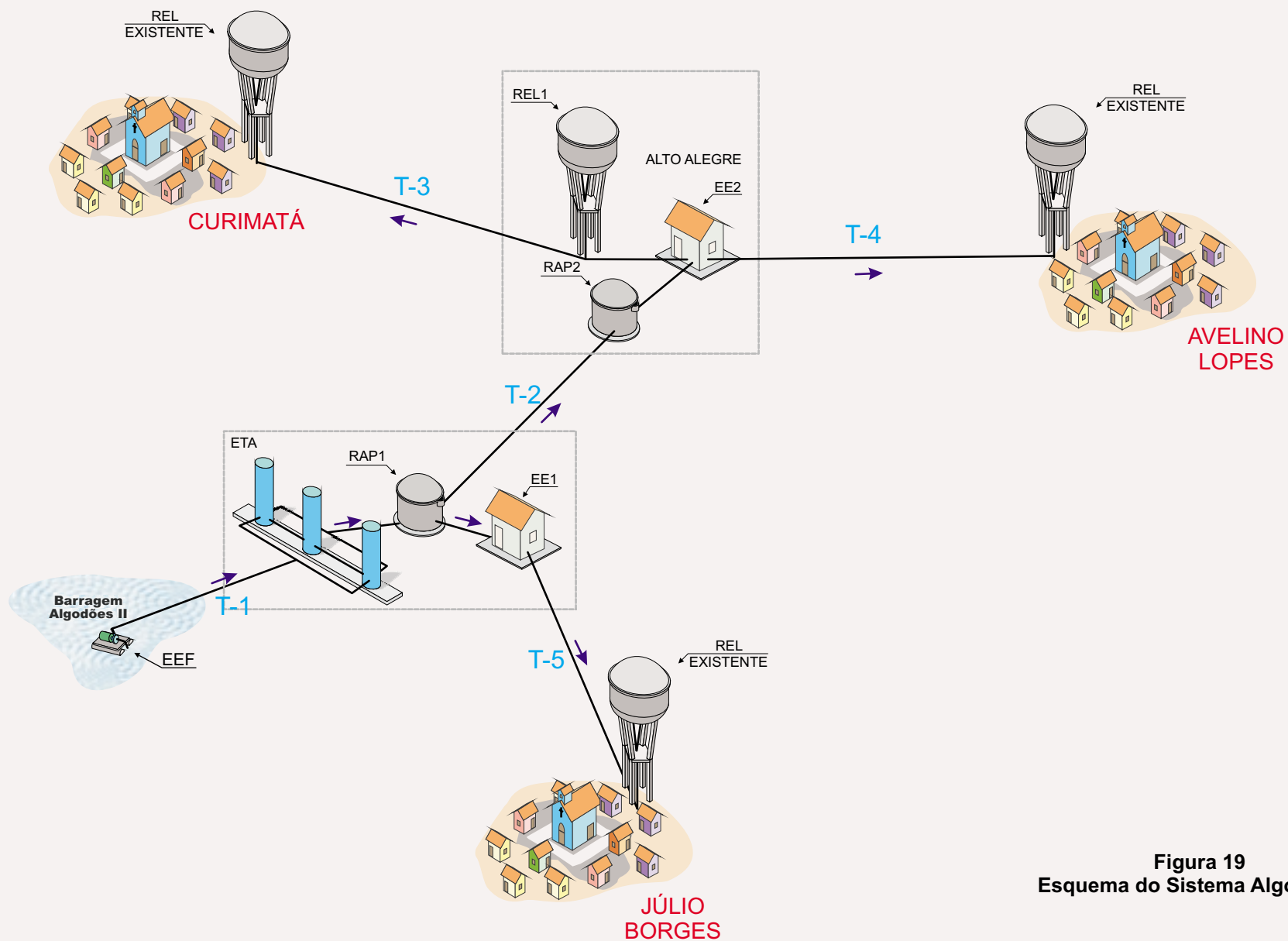
**Tabela 24:** Estações elevatórias do projeto do Sistema Adutor Algodões II

Trecho	Reservatório de Compensação	Local	Destino Bombeamento
EEF	-	Lago da Barragem Algodões II	ETA Entrada acesso barragem PI-413
EE-1	RAP-1	ETA/Entrada de acesso barragem/PI-413	REL existente de Júlio Borges
EE-2	RAP-2/REL-1	Alto Alegre	REL existente de Avelino Lopes

#### 5.5.6 Estação de Tratamento de Água - ETA

A implantação da ETA do Sistema Adutor Algodões II será na área próxima a Barragem Algodões II, no entroncamento da PI-413 que dá acesso a barragem. A ETA projetada a ser implantada será do tipo dupla filtração, com capacidade nominal de 220 m<sup>3</sup>/h, para atender todo o sistema. A área da ETA constará do sistema de tratamento, do reservatórios apoiado RAP-1 projetado e estação elevatória EE-1 projetada.

Na **Figura 19** é apresentando o esquema da alternativa adotada para o desenvolvimento do projeto do Sistema Adutor Algodões II.



**Figura 19**  
**Esquema do Sistema Algodões II**



## 6 DESCRIÇÃO DO PROJETO

---

## 6 DESCRIÇÃO DO PROJETO

### 6.1 Análise Técnica

#### 6.1.1 Captação Flutuante

A captação de água bruta será realizada em uma plataforma flutuante que estará posicionada na bacia hidráulica do lago, em local com profundidade para captar água em qualquer época do ano.

A plataforma flutuante será constituída de módulos flutuantes em Fiberglass interligados, formato retangular, com capacidade de carga suficiente para abrigar os conjuntos moto-bombas e demais equipamentos, permitindo a flutuação segura sobre a água. Basicamente a plataforma é composta de módulos de interligação, piso de proteção, pórtico, ancoragem e base de bombas. A formação da plataforma será realizada com a união dos módulos flutuantes do tipo celular encaixados lateralmente, formando a base flutuante principal, no próprio local de instalação e operação do sistema de captação. Os sistemas de encaixes laterais permitem travamento em três planos.

#### 6.1.2 Trecho T-1 e Estação Elevatória Flutuante – EEF

A EEF (captação) estará instalada em plataforma flutuante e será responsável pelo bombeamento da água bruta captada no lago da Barragem Algodões II para a estação de tratamento de água (ETA) projetada para o sistema, através do trecho adutor T-1. Os cálculos do dimensionamento da EEF estão apresentados no **Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo**. As vazões de projeto adotadas no dimensionamento da EEF e do trecho T-1 estão apresentadas na **Tabela 25**. Para isso, foi considerada a vazão de cálculo do sistema acrescida de 5% referente a água de lavagem dos filtros.

**Tabela 25:** Vazões de dimensionamento da EEF e trecho T-1

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)		Nº horas de func. Máx.
	Demanda	Projeto	
10	38,59	55,91	13,8
20	46,44	55,91	16,6
30	55,91	55,91	20

A EEF foi dimensionada para atender a vazão de demanda de final de plano (2035) a partir do primeiro ano de operação do sistema (2005). Com isso, para os horizontes de 10 e 20 anos haverá redução do tempo máximo de operação dos CMB's, ficando abaixo do limite máximo de 20 horas estabelecido no projeto. Para a 1ª e 2ª etapas o tempo máximo de funcionamento dos CMB's da EEF será de 13,8 e 16,6 horas, respectivamente, e na 3ª 20 horas.

As características da adutora do trecho T-1 estão apresentadas na **Tabela 26**.

**Tabela 26:** Características da adutora do trecho T-1

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	V (m/s)	L (m)	Perda de carga (m)
10, 20 e 30	55,91	250	1,14	175,00	1,84

As cotas utilizadas na determinação da altura manométrica da EEF foram:

- Cota do flutuante: 364,50 m (nível mínimo de operação da barragem)
- Cota do terreno da ETA projetada: 411,58 m
- Altura da entrada da câmara de carga da ETA adotada: 8,00 m
- Cota entrada câmara de carga da ETA: 419,58 m
- Desnível geométrico entre a EEF e ETA: 55,08 m
- Pressão residual no REL: 10,00 m
- Desnível geométrico total:  $55,08 + 10,0 = 65,08$  m

Os resultados dos cálculos para a determinação da altura manométrica (Hm) de dimensionamento das bombas da EEF estão apresentados na **Tabela 27**.

**Tabela 27:** Altura manométrica de dimensionamento das bombas da EEF

Horizontes do Projeto (anos)	Hm das bombas (m)
10, 20 e 30	66,92

O ponto de operação das bombas da EEF encontra-se plotado na curva característica do modelo utilizado para o seu dimensionamento, localizada no **Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo** e o resumo de suas características na **Tabela 28**.

**Tabela 28:** Pontos de operação das bombas da EEF

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Nº de Bombas	Hman (m)	Potência (CV)
10, 20 e 30	55,91	1 + 1 res.	66,92	100

A memória de cálculo do projeto elétrico da EEF está apresentada no **Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo**.

### 6.1.3 Trecho T-2

O trecho T-2 será gravitário e responsável pelo transporte de água tratada acumulada no RAP-1, localizado junto a ETA, para o reservatório projetado RAP-2, a ser implantado em Alto Alegre. O trecho T-2, sendo gravitário, foi dimensionado para a vazão de demanda de final de plano (2035) e de forma a garantir pressão suficiente na chegada do RAP-2 e velocidade mínima próxima a 0,50 m/s. Os cálculos do dimensionamento do trecho T-2 estão apresentados **Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo** e a vazão de projeto adotada no seu dimensionamento consta na **Tabela 29**.

**Tabela 29:** Vazão de dimensionamento do trecho T-2

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	
	Demanda	Projeto
10, 20 e 30	49,82	49,82

As características da adutora do trecho T-2 estão apresentadas na **Tabela 30**.

**Tabela 30:** Características da adutora do trecho T-2

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	V (m/s)	L (m)	Perda de carga (m)
10, 20 e 30	49,82	300	0,70	11.540,95	18,07

As cotas utilizadas na determinação das pressões no reservatório projetado de Alto Alegre foram:

- Cota do volume mínimo do RAP-1: 419,59 m
- Cota do terreno do RAP-2 em Alto Alegre: 387,49 m
- Altura da entrada do RAP-2: 4,0 m
- Cota entrada RAP-2 em Alto Alegre: 391,49 m
- Desnível geométrico entre RAP-1 e RAP-2: -28,10 m

O resultado dos cálculos das pressões de chegada no RAP-2 estão apresentados na **Tabela 31**.

**Tabela 31:** Pressão na entrada do RAP-2

Horizontes do Projeto (anos)	Pressão (m.c.a)
10, 20 e 30	10,03

Ao longo do trecho T-2 existe a localidade Lagoa Grande que obterá água através de chafariz projetado, abastecido a partir de derivação realizada no ramal principal. Como as localidades se situam às margens do caminhamento da adutora e o sistema foi dimensionando para garantir uma pressão mínima de 5,0 mca ao longo do trecho, o abastecimento das localidades fica garantido.

Em relação aos transientes hidráulicos, como o trecho T-2 é gravitário, a implantação de ventosas simples ao longo da adutora é suficiente para garantir o bom funcionamento deste trecho.

#### 6.1.4 Trecho T-3

O trecho T-3 será gravitário e responsável pelo transporte de água tratada acumulada no REL-1, localizado em Alto Alegre, para o reservatório elevado existente de Curimatá. O trecho T-3, sendo gravitário, foi dimensionado para a vazão de demanda de final de plano (2035) e de forma a permitir pressão suficiente na chegada do REL existente de Curimatá e velocidades mínimas próximas a 0,50 m/s. Os cálculos do dimensionamento do trecho T-3 estão apresentados no **Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo** e a vazão de projeto adotada no seu dimensionamento consta na **Tabela 32**.

**Tabela 32:** Vazão de dimensionamento do trecho T-3

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	
	Demanda	Projeto
10, 20 e 30	26,33	94,79

As características da adutora do trecho T-3 estão apresentadas na **Tabela 33**.

**Tabela 33:** Características da adutora do trecho T-3

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	V (m/s)	L (m)	Perda de carga (m)
10, 20 e 30	26,33	250	0,54	14.491,95	16,66

As cotas utilizadas na determinação das pressões no reservatório de Curimatá foram:

- Cota do volume mínimo do REL-1: 399,79 m
- Cota do terreno do REL de Curimatá: 358,01 m
- Altura da entrada do REL existente: 20,0 m
- Cota entrada REL existente de Curimatá: 378,01 m
- Desnível geométrico entre RAP-1 e REL-1: -21,78 m

Os resultados dos cálculos das pressões de chegada no REL existente de Cutrimatá estão apresentados na **Tabela 34**.



**Tabela 34:** Pressão na entrada do REL existente de Curimatá

Horizontes do Projeto (anos)	Pressão (m.c.a)
10, 20 e 30	5,00

Ao longo do trecho T-3 existem as localidades Curralinho e Delícia que obterão água através de chafarizes projetados, abastecidos a partir de derivações realizadas no ramal principal. Como as localidades se situam às margens do caminhamento da adutora e o sistema foi dimensionando para garantir uma pressão mínima de 5,0 mca ao longo do trecho, o abastecimento das localidades está garantido.

Em relação aos transientes hidráulicos, como o trecho T-3 é gravitário, a implantação de ventosas simples ao longo da adutora é suficiente para garantir o bom funcionamento deste trecho.

#### *6.1.5 Trecho T-4/4A e Estação Elevatória EE-2*

A EE-2, a ser implantada em Alto Alegre, será composta por 02 elevatórias: a EE-2.1, responsável pelo bombeamento de água acumulada no reservatório RAP-2 direto para o REL existente de Avelino Lopes; e a EE-2.2, responsável pelo abastecimento do REL-1 projetado, localizado na própria EE-2, também captando água do RAP-2.

#### ▪ **Trecho T-4 e Estação Elevatória EE-2.1:**

A estação elevatória EE-2.1 será responsável pelo bombeamento da água acumulada no RAP-2 direto para o REL existente de Avelino Lopes, através do trecho adutor T-4. Os cálculos do dimensionamento da EE-2.1 estão apresentados no **Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo**. As vazões de projeto adotadas no dimensionamento da EE-2.1 e, consequentemente, do trecho T-4 estão apresentadas na **Tabela 35**.

**Tabela 35:** Vazões de dimensionamento da EE-2.1 e trecho T-4

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)		Nº horas de func. Máx.
	Demanda	Projeto	
10	16,60	16,60	20
20	19,74	23,48	16,8
30	23,48	23,48	20

Para o projeto da EE-2.1 foi adotada a modulação das bombas a partir de 2015, vindo neste ano a ser adicionado mais um CMB, em paralelo e mesma potência dos existentes, ficando 2 em funcionamento e 1 reserva, com capacidades para atenderem as demandas dos horizontes de 20 e 30 anos. Para o horizonte de 20 anos haverá uma redução no tempo máximo de funcionamento dos CMB's da EE-2.1, que será de 16,8 horas.

As características da adutora do trecho T-4 estão apresentadas na **Tabela 36**.

**Tabela 36:** Características da adutora do trecho T-4

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	V (m/s)	L (m)	Perda de carga (m)
10	16,60	200	0,53	31.118,87	45,58
20 e 30	23,48		0,75		87,25

As cotas utilizadas na determinação da altura manométrica da EE-2.1 foram:

- Cota da estação elevatória EE-2.1 (hmín do RAP-2): 387,98 m
- Cota do terreno do REL existente de Avelino Lopes: 452,00 m
- Altura da entrada do REL adotada: 13,00 m
- Cota entrada REL existente em Avelino Lopes: 465,00 m
- Desnível geométrico entre a EE-2.1 e REL Avelino Lopes: 77,02 m
- Pressão residual no REL Avelino Lopes: 5,27 m
- Desnível geométrico total:  $77,02 + 5,27 = 82,29$  m

Os resultados dos cálculos para a determinação da altura manométrica (Hm) de dimensionamento das bombas da EE-2.1 estão apresentados na **Tabela 37**.

**Tabela 37:** Alturas manométricas de dimensionamento das bombas da EE-2.1

Horizontes do Projeto (anos)	Hm das bombas (m)
10	130,16
20 e 30	169,54

Os pontos de operação das bombas da EE-2.1 encontram-se plotados nas curvas características dos modelos utilizados para o dimensionamento, localizadas no **Tomo IV.2 - Memórias de Cálculo** e o resumo na **Tabela 38**.

**Tabela 38:** Pontos de operação das bombas da EE-2.1

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Nº de Bombas	Hman (m)	Potência (CV)
10	16,60	1 + 1 res.	130,16	50
20 e 30	23,48	2 + 1 res.	169,54	50

Ao longo do trecho T-4 existe a localidade Farias que obterá água através de chafariz projetado, abastecido a partir de derivação realizada no ramal principal. Como a localidade se situam às margens do caminhamento da adutora e o sistema foi dimensionando para garantir uma pressão mínima de 5,0 mca ao longo do trecho, o seu abastecimento fica garantido.

A memória de cálculo do projeto elétrico da EE-2.1 está apresentada no **Tomo IV.2 - Memórias de Cálculo**, assim como o estudo de transientes hidráulicos.

De acordo com o estudo de transientes, será necessária a implantação de um ONE-WAY na estaca 19+020, para evitar transientes em alguns pontos da adutora.

#### ▪ Trecho T-4A e Estação Elevatória EE-2.2:

A estação elevatória EE-2.2 será responsável pelo bombeamento da água acumulada no RAP-2 direto para o REL projetado a ser implantado na área da EE-2, através do trecho adutor T-4A, garantindo que a adução para Curimatá seja feita por gravidade. As vazões de projeto adotadas no dimensionamento da EE-2.2 e trecho T-4A estão apresentadas na **Tabela 39**.

**Tabela 39:** Vazões de dimensionamento da EE-2.2 e trecho T-4A

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)		Nº horas de func. Máx.
	Demanda	Projeto	
10	17,72	26,33	13,4
20	21,60	26,33	16,4
30	26,33	26,33	20

A EE-2.2 foi dimensionada para atender a vazão de demanda de final de plano (2035) a partir do primeiro ano de operação do sistema (2005). Com isso, para os horizontes de 10 e 20 anos haverá redução do tempo máximo de operação dos CMB's, ficando abaixo do limite máximo de 20 horas estabelecido no projeto. Para a 1ª e 2ª etapas o tempo máximo de funcionamento dos CMB's da EEF será de 13,4 e 16,4 horas, respectivamente, e na 3ª 20 horas.

As características da adutora do trecho T-4A estão apresentadas na **Tabela 40**.

**Tabela 40:** Características da adutora do trecho T-4A

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	V (m/s)	L (m)	Perda de carga (m)
10, 20 e 30	26,33	150	1,49	60,00	2,25

As cotas utilizadas na determinação da altura manométrica da EE-2.2 foram:

- Cota da estação elevatória EE-2.2 (hmín do RAP-2): 388,76 m
- Cota do terreno do REL-1: 388,36 m
- Altura da entrada do REL-1: 16,00 m
- Cota entrada REL-1: 404,36 m
- Desnível geométrico entre a EE-2.2 e REL-1: 15,60 m
- Pressão residual no REL-1: 5,0 m
- Desnível geométrico total:  $15,60 + 5,00 = 20,60$  m

Os resultados dos cálculos para a determinação da altura manométrica (Hm) de dimensionamento das bombas da EE-2.2 estão apresentados na **Tabela 41**.

**Tabela 41:** Alturas manométricas de dimensionamento das bombas da EE-2.2

Horizontes do projeto (anos)	Hm das bombas (m)
10, 20 e 30	22,85

Os pontos de operação das bombas da EE-2.2 encontram-se plotados nas curvas características dos modelos utilizados para o dimensionamento, localizadas no **Tomo IV.2 - Memórias de Cálculo** e o resumo das suas características na **Tabela 42**.

**Tabela 42:** Pontos de operação das bombas da EE-2.2 para os horizontes do projeto

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Nº de Bombas	Hman (m)	Potência (CV)
10, 20 e 30	26,33	1 + 1 res.	22,85	20

A memória de cálculo do projeto elétrico da EE-2.2 está apresentada no **Tomo IV.2 - Memórias de Cálculo**.

#### *6.1.6 Trecho T-5 e Estação Elevatória EE-1*

O trecho T-5 será dividido em dois subtrechos denominados T-5.1 e T-5.2. O trecho T-5.1 possui a montante a estação elevatória EE-1, localizada junto a ETA e que será responsável pelo bombeamento da água acumulada no RAP-1 para o reservatório de transição recalque/gravitário (RT), localizado na estaca 15+000 da adutora. A partir do RT a água será conduzida por gravidade para o REL existente de Júlio Borges através do trecho T-5.2.

#### ▪ **Trecho T-5.1 e Estação Elevatória EE-1:**

As vazões de projeto adotadas no dimensionamento da EE-1 e trecho T-5.1 estão apresentadas na **Tabela 43**.

**Tabela 43:** Vazões de dimensionamento da EE-1 e trecho T-5.1

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)		Nº horas de func. Máx.
	Demanda	Projeto	
10	2,43	3,44	14,13
20	2,89	3,44	16,80
30	3,44	3,44	20

A EE-1 foi dimensionada para atender a vazão de demanda de final de plano (2035) a partir do primeiro ano de operação do sistema (2005). Com isso, para os horizontes de 10 e 20 anos haverá redução do tempo máximo de operação dos CMB's, ficando abaixo do limite máximo de 20 horas estabelecido no projeto. Para a 1ª e 2ª etapas o tempo máximo de funcionamento dos CMB's da EEF será de 14,3 e 16,8 horas, respectivamente, e na 3ª 20 horas.

As características da adutora do trecho T-5.1 estão apresentadas na **Tabela 44**.

**Tabela 44:** Características da adutora do trecho T-5.1

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	V (m/s)	L (m)	Perda de carga (m)
10, 20 e 30	3,44	100	0,44	15.000,00	36,54

As cotas utilizadas na determinação da altura manométrica da EE-1 foram:

- Cota da estação elevatória EE-1 (hmín do RAP-1): 419,28 m
- Cota entrada do RT: 551,86 m
- Desnível geométrico entre a EE-1 e RT: 132,58 m
- Pressão residual no RT: 5,00 m
- Desnível geométrico total:  $132,58 + 5,00 = 137,58$  m

Os resultados dos cálculos para a determinação da altura manométrica (Hm) de dimensionamento das bombas da EE-1 estão apresentados na **Tabela 45**.

**Tabela 45:** Altura manométrica de dimensionamento das bombas da EE-1

Horizontes do Projeto (anos)	Hm das bombas (m)
10, 20 e 30	174,12

O ponto de operação das bombas da EE-1 encontra-se plotado na curva características do modelo utilizado para o dimensionamento, localizada no **Tomo IV.2 - Memórias de Cálculo** e o resumo das suas características na **Tabela 46**.

**Tabela 46:** Pontos de operação das bombas da EE-1

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Nº de Bombas	Hman (m)	Potência (CV)
10, 20 e 30	3,44	1 + 1 res.	174,12	20

Ao longo do trecho T-5 existe a localidade Caldeirão que obterá água através de chafariz projetado, abastecido a partir de derivação realizadas no ramal principal. Como a localidade se situa às margens do caminhamento da adutora e o sistema foi dimensionando para garantir uma pressão mínima de 5,0 mca ao longo do trecho, o abastecimento da localidade está garantido.

A memória de cálculo do projeto elétrico da EE-1 estão apresentados no **Tomo IV.2 - Memórias de Cálculo**, assim como o estudo de transientes.

#### ▪ Trecho T-5.2:

O trecho T-5.2 será gravitário e responsável pelo transporte de água tratada a partir da RT, localizado na estaca 15+000 do trecho T-5, para o reservatório elevado existente de Júlio Borges. O trecho T-5.2, sendo gravitário, foi dimensionado para a vazão de demanda de final de plano (2035) e de forma a permitir pressão suficiente na chegada do REL existente de Curimatá e velocidades mínimas próximas a 0,50 m/s. Os cálculos do dimensionamento do trecho T-5.2 estão apresentados no **Tomo IV.2 - Memórias de Cálculo** e a vazão de projeto adotada no seu dimensionamento consta na **Tabela 47**.

**Tabela 47:** Vazão de dimensionamento do trecho T-5.2

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão	
	L/s	m³/h
10, 20 e 30	3,44	12,38

As características da adutora do trecho T-5.2 estão apresentadas na **Tabela 48**.

**Tabela 48:** Características da adutora do trecho T-5.2

Horizontes do Projeto (anos)	Vazão (L/s)	Diâmetro (mm)	V (m/s)	L (m)	Perda de carga (m)
10, 20 e 30	3,44	75	0,78	4.570,10	48,08

As cotas utilizadas na determinação das pressões no reservatório de Júlio Borges foram:

- Cota do RT (hmín.): 551,86 m
- Cota do terreno do REL de Júlio Borges: 441,58 m
- Altura da entrada do REL existente: 13,0 m
- Cota entrada REL existente de Júlio Borges: 454,58 m
- Desnível geométrico entre RT e REL de Júlio Borges: -97,28 m

Os resultados dos cálculos da pressão de chegada no REL existente de Júlio Borges estão apresentados na **Tabela 49**.

**Tabela 49:** Pressão na entrada do REL existente de Júlio Borges

Horizontes do Projeto (anos)	Pressão (m.c.a)
10, 20 e 30	49,00

Como a pressão de chegada no REL existente de Júlio Borges ficará muito alta é especificada a implantação de uma válvula redutora de pressão no pé do reservatório.

Ao longo do trecho T-5 existem as localidades Caldeirão e Flor do Tempo que obterão água através de chafariz projetado, abastecido a partir de derivação realizadas no ramal principal. Como as localidades se situa às margens do caminhamento da adutora e o sistema foi dimensionando para garantir uma pressão mínima de 5,0 mca ao longo do trecho, o abastecimento fica garantido.



Em relação aos transientes hidráulicos, como o trecho T-5.2 é gravitário, a implantação de ventosas simples ao longo da adutora é suficiente para garantir o bom funcionamento deste trecho.

#### *6.1.7 Estação de Tratamento de Água - ETA*

Abaixo seguem as especificações dos filtros da ETA do Sistema Adutor Algodões II. O dimensionamento da ETA e da estação elevatória de lavagens dos filtros (EELF) estão apresentados no **Tomo IV.2 – Memórias de Cálculo**.

- 02 FILTROS DE FLUXO ASCENDENTE, aberto, pré-fabricado em resina poliéster com fibra de vidro, com vazão nominal unitária de **132,48 m<sup>3</sup>/h** para a taxa de filtração de **190 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia**, diâmetro de 4500 mm e altura total de 3700 mm;
- 02 FILTROS DE FLUXO DESCENDENTE, aberto, pré-fabricado em resina poliéster com fibra de vidro, com vazão nominal unitária de **105 m<sup>3</sup>/h** para a taxa de filtração de **260 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia**, diâmetro de 3500 mm e altura total de 3700 mm;
- EELF: 03 conjuntos moto-bombas (2 + 1 reserva) com vazões unitárias de 160 L/s (576 m<sup>3</sup>/h), alturas manométricas de 10,00 m e potências iguais a 40 CV.

#### *6.1.8 Reservatórios de Compensação*

Em todas elevatórias constará um reservatório de compensação, dimensionado para um tempo de paralisação máximo de 2 horas do bombeamento a montante. No projeto do Sistema Adutor Algodões II são previstos 02 reservatórios de compensação apoiados, o RAP-1 localizado junto a ETA e p RAP-2 a ser implantado na área da EE-2, que também vai constar de 01 elevado (REL-2), com 12,0 m de fuste, para garantir pressão suficiente para o abastecimento gravitário de Curimatá. A fórmula utilizada para o cálculo dos reservatórios, foi:

$$V_{RAP} (m^3) = (vazão \text{ a jusante}) \times 3,6 \times 2,0$$

Os resultados, de acordo com as alternativa formuladas, estão apresentados na **Tabela 50:**

**Tabela 50:** Reservatórios de compensação do Sistema Adutor Algodões II

RAP/Estação Elevatória	Vazão Jusante (L/s)	Volume Cálculo (m³)	Volume Adotado (m³)
RAP-1/EE-1	48,82	358	400
RAP-2 e REL-1/EE-2	53,25	383	400

Para a reservação da EE-2, o volume de compensação necessário foi dividido de forma a priorizar o menor custo de implantação, prevendo para o RAP-2 um volume de 300 m³ e para o REL-1, 100 m³.

### 6.1.9 Automação

#### 6.1.9.1 Descrição do Sistema

O sistema foi concebido de forma a permitir a supervisão e o controle do sistema de transporte de água bruta do Açude Algodões II para o sistema de abastecimento de água de Júlio Borges, Curimatá e Avelino Lopes, e algumas localidades distribuída ao longo dos ramais adutores.

O sistema deverá estar dimensionado, de forma a permitir a execução das seguintes tarefas:

- Estabelecer os parâmetros de controle
- Atualizar os dados
- Revisar os parâmetros críticos
- Realizar diagnósticos a partir do centro ou das remotas
- Gerar os relatórios par afins operacionais e de manutenção

- Reduzir ao mínimo a necessidade de pessoal de operação e manutenção das unidades remotas
- Gerar alarme para situações de anormalidade
- Ser modular e ter flexibilidade para expansões futuras
- Ter conectividade com outros sistemas de controle e sistemas corporativos
- Ser capaz de desenvolver tarefas de controle, monitoração e simulação de forma simultânea

#### 6.1.9.2 Partes Integrantes do Sistema

A automação do Sistema Adutor Algodões II será composta pelas seguintes unidades: CECOP/ UTR0/ UTR1/ UTR2.

##### ▪ **Centro de Controle Operacional CECOP:**

A estação de controle e supervisão, instalada na casa de comando da EE-1, na área da ETA, será o posto de controle, de onde os operadores terão as condições de monitorar, comandar e introduzir modificações nos parâmetros operacionais mediante o recebimento de dados das unidades terminais remotas - UTR's e o envio de comando para as mesmas.

A operação será simplificada de maneira a permitir controlar e manipular um grande volume de informações de forma facilitada, utilizando-se ícones e telas gráficas para orientar o operador passo a passo, enquanto janelas, menus e instruções permitem a monitoração de uma ou várias situações ao mesmo tempo.

##### ▪ **Unidades Terminais Remotas - UTRs:**

As unidades terminais remotas executarão todas as tarefas de controle, aquisição de dados, operações matemáticas, intertravamentos e sequenciamentos,

necessárias a operação e aquisição de dados dos dispositivos e equipamentos associados às UTR's. As remotas são do tipo remotas mestre que estão em comunicação com a estação central (CECOP), via rádio modem.

Todas as remotas serão fornecidas com sistema no-break, para operação em caso de falta de energia, colocando o sistema em condição de segurança e informando à central o ocorrido.

#### 6.1.9.3 Sistema de Comunicação de Dados

Este sistema será confirmado ou poderá sofrer alterações em função dos testes de comunicação, que serão obrigatórios e serão executados durante a fase de implantação do sistema.

#### 6.1.9.4 Painéis Elétricos

Os painéis elétricos integrantes dos sistemas são os seguintes:

- **Painéis de Acionamento dos Conjuntos Moto-Bombas:**

Estes painéis serão comandados via sistema de dados a partir da estação central – CECOP.

Deverão ser executados todos os diagramas elétricos, particularizados para cada conjunto moto-bomba, tendo-se como referência os projetos elétricos.

#### 6.1.9.5 Instrumentos e Válvulas

Os instrumentos a serem fornecidos estão especificados na **Tabela 51**. E constam dos seguintes equipamentos:

- Válvulas de controle motorizadas
- Transmissores ultra-sônicos de nível
- Medidores magnéticos de vazão



- Transmissores de pressão manométrica
- Transdutores de pressão
- Transdutores de corrente
- Transdutores de fator de potência
- Transdutores de vibração

**Tabela 66:** Folhas de Especificação dos Instrumentos

Condições Gerais:				
01	ACIONAMENTO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA	CMB	$P=cv$ $T= V$	*COMANDO DE LIGA/DESLIGA *SELEÇÃO MANUAL/AUTOMÁTICO ou LOCAL/REMOTO *INDICAÇÃO DE LIGADO/DESLIGADO *INDICAÇÃO DE CORRENTE 1 *INDICAÇÃO DE DEFEITO *CONTROLE DE ROTAÇÃO/FREQUÊNCIA 1 *HORÍMETRO
04	VIBRAÇÃO NO MANCAL DO COJUNTO MOTO-BOMBA	VT		*ALARME DE VIBRAÇÃO ALTA PARA DESLIGAR O CONJUNTO MOTO-BOMBA.
07	TEMPERATURA NOMANCAL ANTERIOR DO MOTOR DO CMB	TT	O- °C/Pt 100	*INDICAÇÃO E REGISTRO DA TEMPERATURA *ALARME DE TEMPERATURA ALTA PARA DESLIGAR O CONJUNTO MOTO-BOMBA
08	TEMPERATURA NO MANCAL POSTERIOR DO MOTOR DO CMB	TT	O- °C/Pt 100	*INDICAÇÃO E REGISTRO DA TEMPERATURA *ALARME DE TEMPERATURA ALTA PARA DESLIGAR O CONJUNTO MOTO-BOMBA
13	CORRENTE DO CMB	IT	$I_n= A$	*INDICAÇÃO E REGISTRO DA CORRENTE *SOBRECORRENTE: ALARME E DESLIGA CMB-01
16	TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO DOS CONJUNTO MOTO-BOMBA	ET	$T= V/3\emptyset$	*INDICAÇÃO E REGISTRO DA TENSÃO *CÁLCULO DA POTÊNCIA ATIVA E REATIVA
17	FATOR DE POTÊNCIA DO BARRAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	JT		*INDICAÇÃO E REGISTRO DO $\cos\phi$ *CÁLCULO, INDICAÇÃO E REGISTRO DA POTÊNCIA ATIVA E REATIVA
18	NÍVEL DOPOÇO DE SUCCÃO	LIT	$V=m^3$	*INDICAÇÃO E REGISTRO DO NÍVEL INSTANTÂNEO *ALARME DE NÍVEL MÍNIMO PAARAA DESLIGAR OS CONJUNTOS MOTO-

### Condições Gerais:

				BOMBAS. *CÁLCULO, INDICAÇÃO E REGISTRO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO ENTERRADO
19	NÍVEL DO RESERVATÓRIO ELEVADO	LIT	$V=m^3$	*INDICAÇÃO E REGISTRO DO NÍVEL INSTANTÂNEO *ALARME DE NÍVEL MÍNIMO PARA LIGAR OS conjuntos MOTO-BOMBAS. *ALARME DE NÍVEL MÁXIMO PARA DESLIGAR OS conjuntos MOTO BOMBAS.
20	VAZÃO DA ELEVATÓRIA	FIT	$Q=m/h$	*INDICAÇÃO E REGISTRO DA VAZÃO *TOTALIZAÇÃO,INDICAÇÃO E REGISTRO DO VOLUME TOTAL.
21	PRESSÃO NO RECALQUE DO CONJUNTO MOTO-BOMBA	PIT	PRESSÃO NORMAL:Kg/c $m^2$	*INDICAÇÃO E REGISTRO DA PRESSÃO INSTANTÂNEA *ALARME DE PRESSÃO BAIXA PARA DESLIGAR O CONJUNTO MOTO-BOMBA E INDICAR VAZAMENTO. *ALARME DE PRESSÃO ALTA PARA ABRIR VÁLVULA DE BLOQUEIO NA PARTIDA DO CONJUNTO MOTO BOMBA.

#### 6.1.9.6 Variáveis Consideradas

▪ **Vazão:**

As medições das vazões permitem que seja feita uma avaliação dos consumos tanto total, como setorial, de forma a se obter uma melhor utilização e distribuição dos recursos hidráulicos, como também se obter as informações sobre o balanço da produção, ou seja: o volume de água tratada versus o volume entregue nos diversos setores, verificando-se inclusive o desempenho do sistema através da verificação das perdas ocorridas.

As informações disponíveis são:

- Vazão instantânea
- Vazão totalizada no período (hora/dia/mês)
- Vazão média (horária/diária/mensal)
- Curvas de tendência do consumo para otimização da operação e estabelecimento das estratégias de abastecimento, através da criação de um banco de dados.
- Detenção de vazamentos nas redes – alarme de vazão alta e baixa.

▪ **Nível:**

A medição dos níveis dos reservatórios permite a obtenção dos seguintes dados:

- Caracterização da autonomia e condição potencial do suprimento de água
- Volume de água manuseado em determinado período do tempo (H/D/M)



- Controle automático de operação dos conjuntos moto-bombas evitando-se perdas por extravasamento e operações à vazio.
- Serão disponíveis as informações referentes ao nível de cada reservatório , seus volumes e as curvas de tendência dos mesmos, possibilitando a criação do banco de dados para a otimização da operação.
- Alarmes de níveis anormais para a operação.

▪ **Pressão:**

As medições das pressões indicam diretamente a disponibilidade de água para distribuição.

A monitoração das pressões são também utilizadas para o controle de distribuição, detectando vazamentos e aumentando portanto, a segurança operacional do sistema.

As informações disponíveis são:

- Pressão instantânea
- Pressões máximas e mínimas no período (hora/dia/mês)
- Alarmes para pressões alta e baixa
- Avaliação e alarme para tendências das pressões
- Obtenção de bancos de dados

Maiores detalhes da automação do Sistema Adutor Algodões estão descritos no no **Tomo IV.3 – Especificações Técnicas.**

## 6.2 Estrutura de Custo

A estrutura orçamentária para Projeto Básico do Sistema Adutor Algodões II foi dividida da seguinte forma:

- ITEM 1: Instalação da obras (canteiro de obras);
- ITEM 2: Estação elevatória flutuante – EEF (captação);
- ITEM 3: Estação de tratamento de água – ETA;
- ITEM 4: Trecho adutor T-1 de água bruta;
- ITEM 5: Trecho adutor T-2 de água tratada e chafariz para Lagoa Grande;
- ITEM 6: Trecho adutor T-3 de água tratada e chafariz para Curralinho e Delícia;
- ITEM 7: Trecho adutor T-4 de água tratada, One-Way (est. 19+020) e chafariz para Farias;
- ITEM 8: Trecho adutor T-5 de água tratada, reservatório de transição-RT e chafarize p/ Caldeirão e Flor do tempo;
- ITEM 9: Estações elevatória EE-1/RAP-1 (400 m<sup>3</sup>);
- ITEM 10: Estação elevatória EE-2/REL-1 (100 m<sup>3</sup>) e RAP-2 (300 m<sup>3</sup>).

Os custos relativos aos serviços e materiais (detalhados), e custos totais referentes a 1ª ETAPA - IMPLANTAÇÃO do projeto estão apresentados no orçamento que consta no **Tomo IV.4 – Quantitativos e Orçamento**. O resumo dos custos para os itens descritos estão dispostos na **Tabela 52**.

**Tabela 52:** Resumo do orçamento do Projeto Básico do Sistema Adutor Algodões II (1ª ETAPA – IMPLANTAÇÃO)

ITEM	Serviços e Obras Cíveis (R\$)	Fornecimento de Equipamento e Materiais (R\$)	TOTAL
1	88.039,83		88.039,83
2	183.495,42	1.019.415,83	1.202.911,25
3	442.279,35	1.056.416,00	1.498.695,35
4	11.525,60	38.521,13	50.046,73
5	569.458,70	2.683.779,27	3.253.237,97
6	691.665,93	2.356.830,84	3.048.496,77
7	1.403.057,09	4.425.183,31	5.828.240,40
8	809.911,30	1.100.540,23	1.910.451,53
9	331.504,02	386.333,91	717.837,94
10	378.252,99	465.470,79	843.723,78
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>4.909.190,24</b>	<b>13.532.491,31</b>	<b>18.441.681,55</b>

Na **Figura 20** é apresentado o lay-out geral do sistema Adutor Algodões II.





## **7 PLANO DE EXECUÇÃO E CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO**

---

## 7 PLANO DE EXECUÇÃO E CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O planejamento (**Figura 21**) e o plano de execução das obras civis (**Figura 22**) da implantação do Sistema Adutor Algodões II (1ª ETAPA – IMPLANTAÇÃO) estão apresentados neste item em forma de cronograma das atividades a serem realizadas.

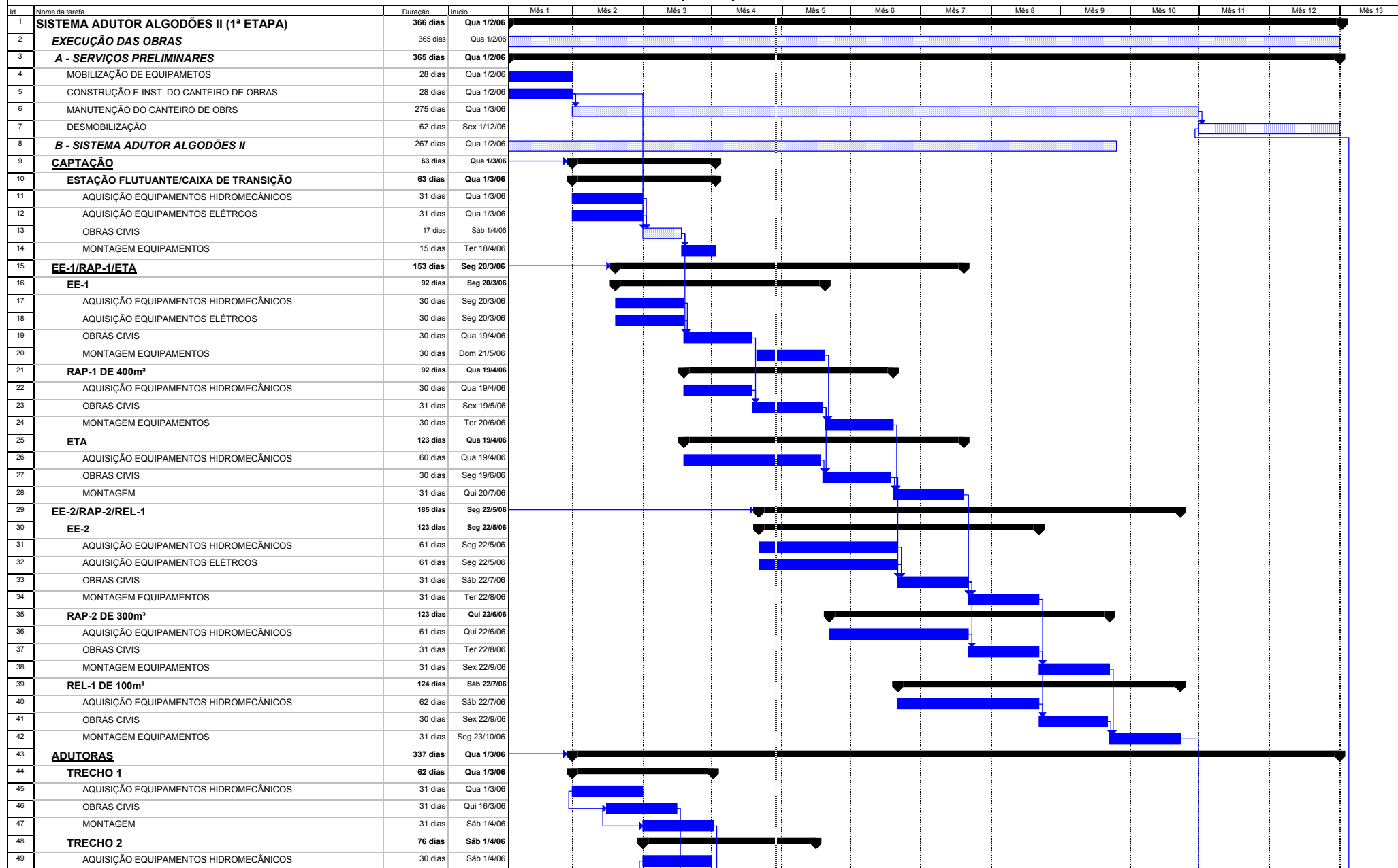
Neste cronograma são apresentados os seguintes eventos e seus períodos de execução:

- Implantação das Obras (estações elevatórias, adutoras, reservatórios e estação de tratamento de água);
- Supervisão das Obras;
- Projeto Executivo;
- Educação Ambiental e Sanitária;
- Obras e serviços complementares;
- Automação e
- Montagens e testes do sistema

O plano de execução da implantação das obras civis mostra, também, cada uma das etapas de implantação considerada.



**Figura 21: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II**  
**PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS**  
**(1ª ETAPA)**



Projeto: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II

Tarefa  
Tarefa crítica

Andamento  
Etapa

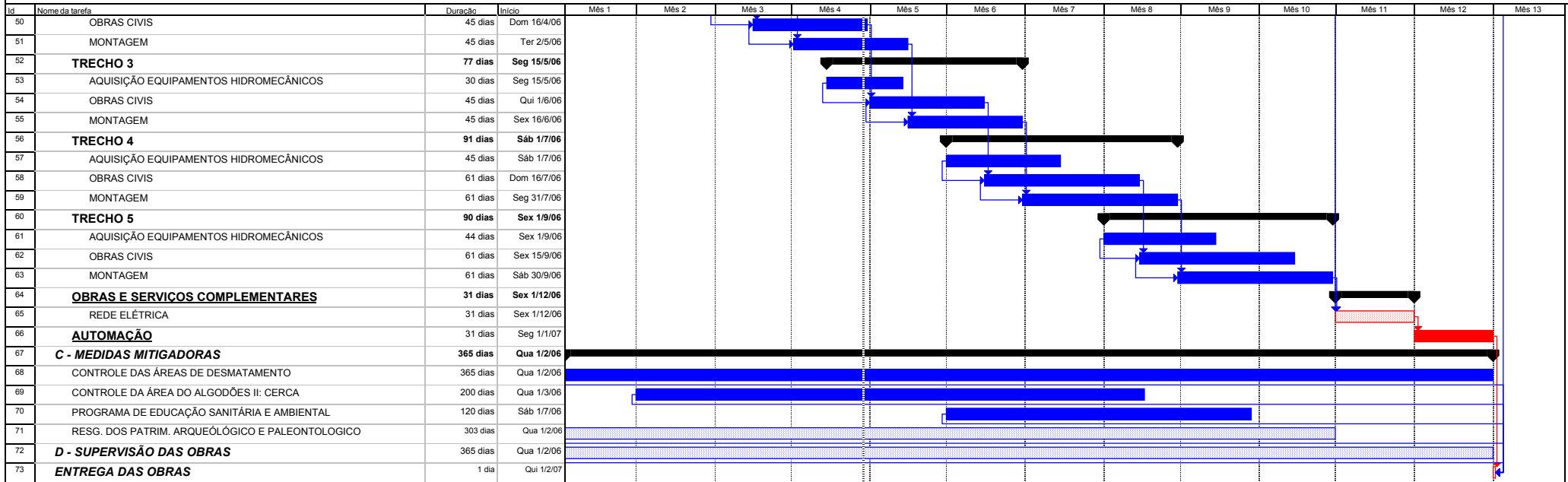
Resumo  
Tarefa acumulada

Tarefa crítica acumulada  
Etapa acumulada

Andamento acumulado  
Divisão

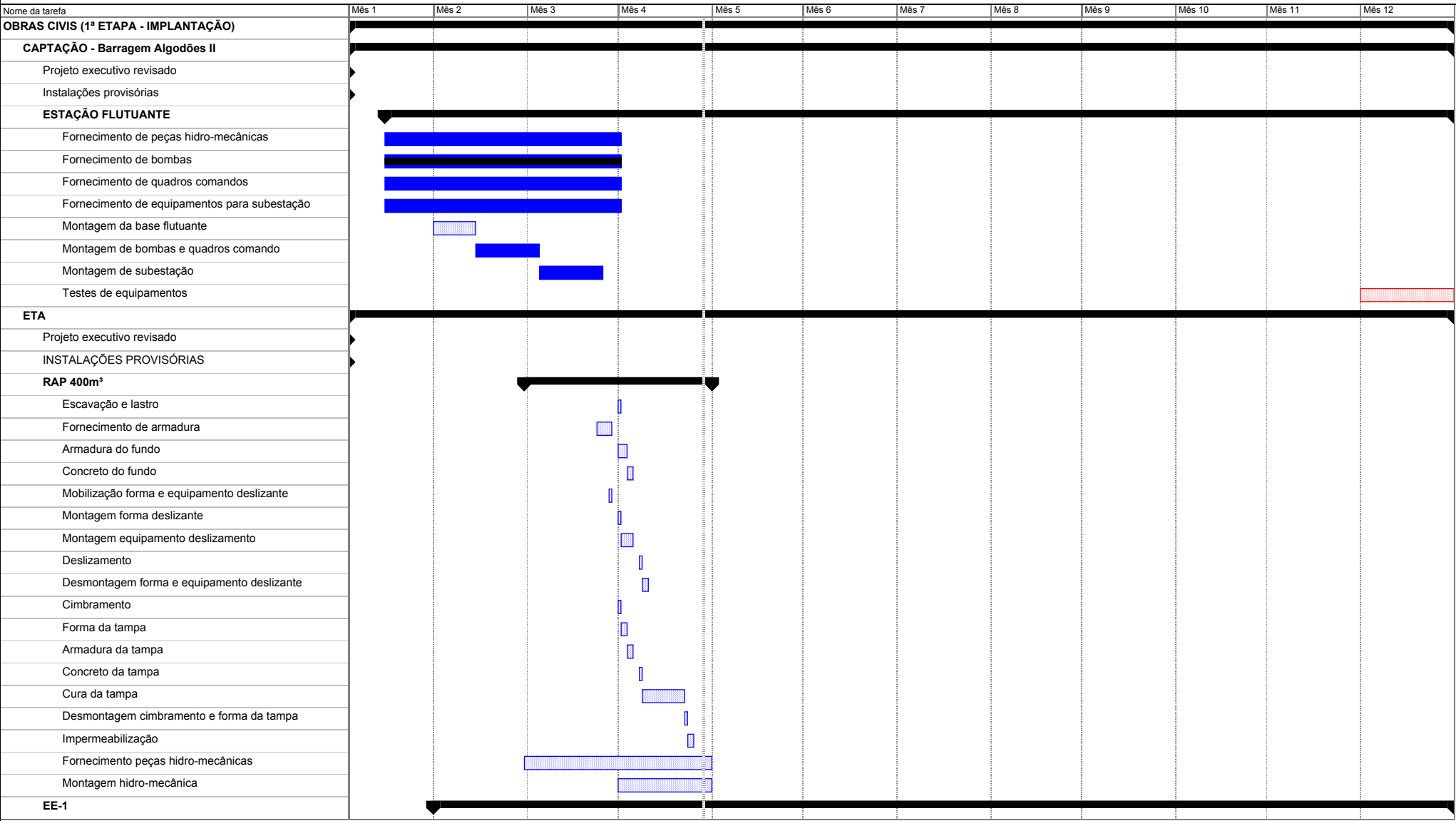
Tarefas externas  
Resumo do projeto

**Figura 21: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II**  
**PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS**  
**(1ª ETAPA)**

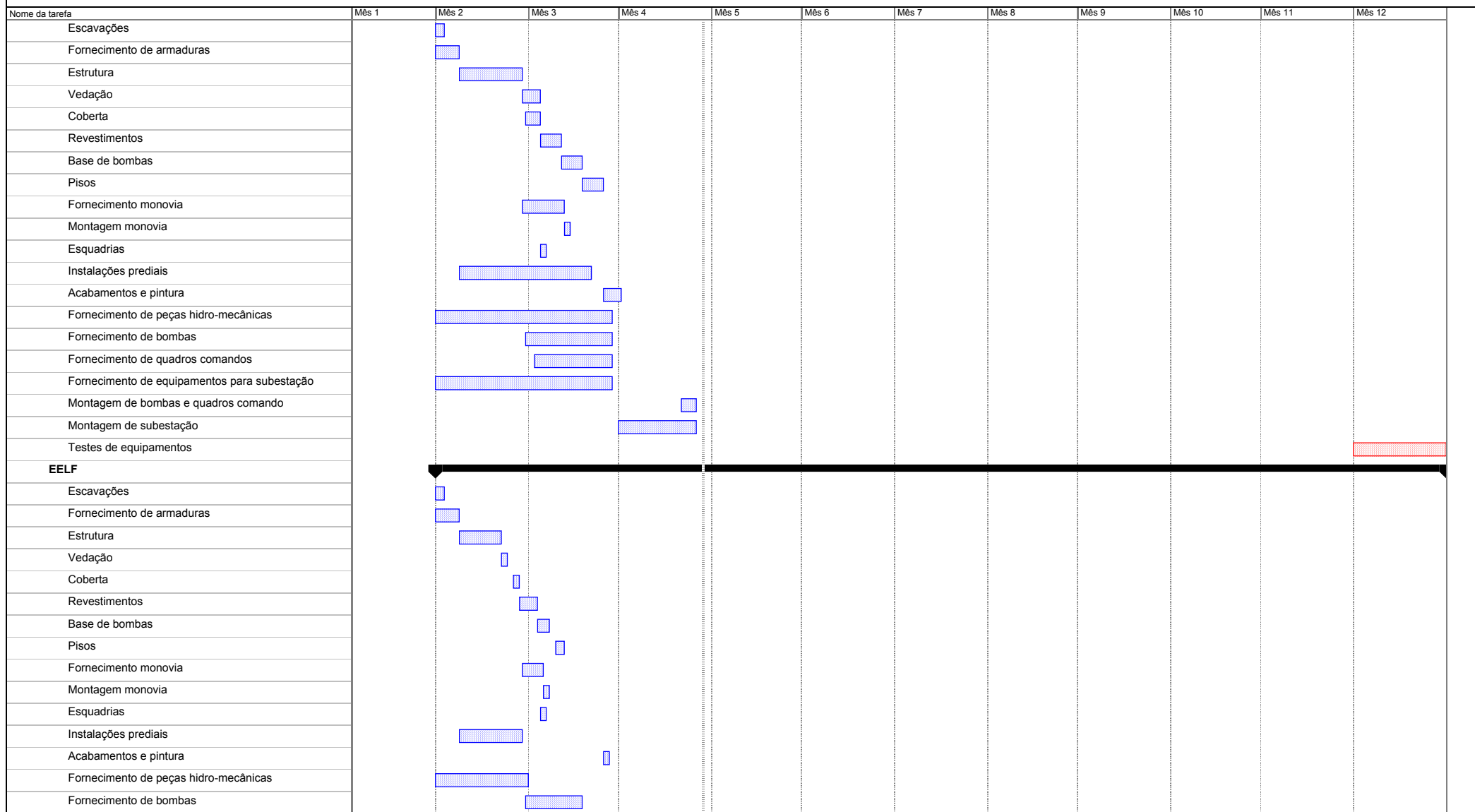




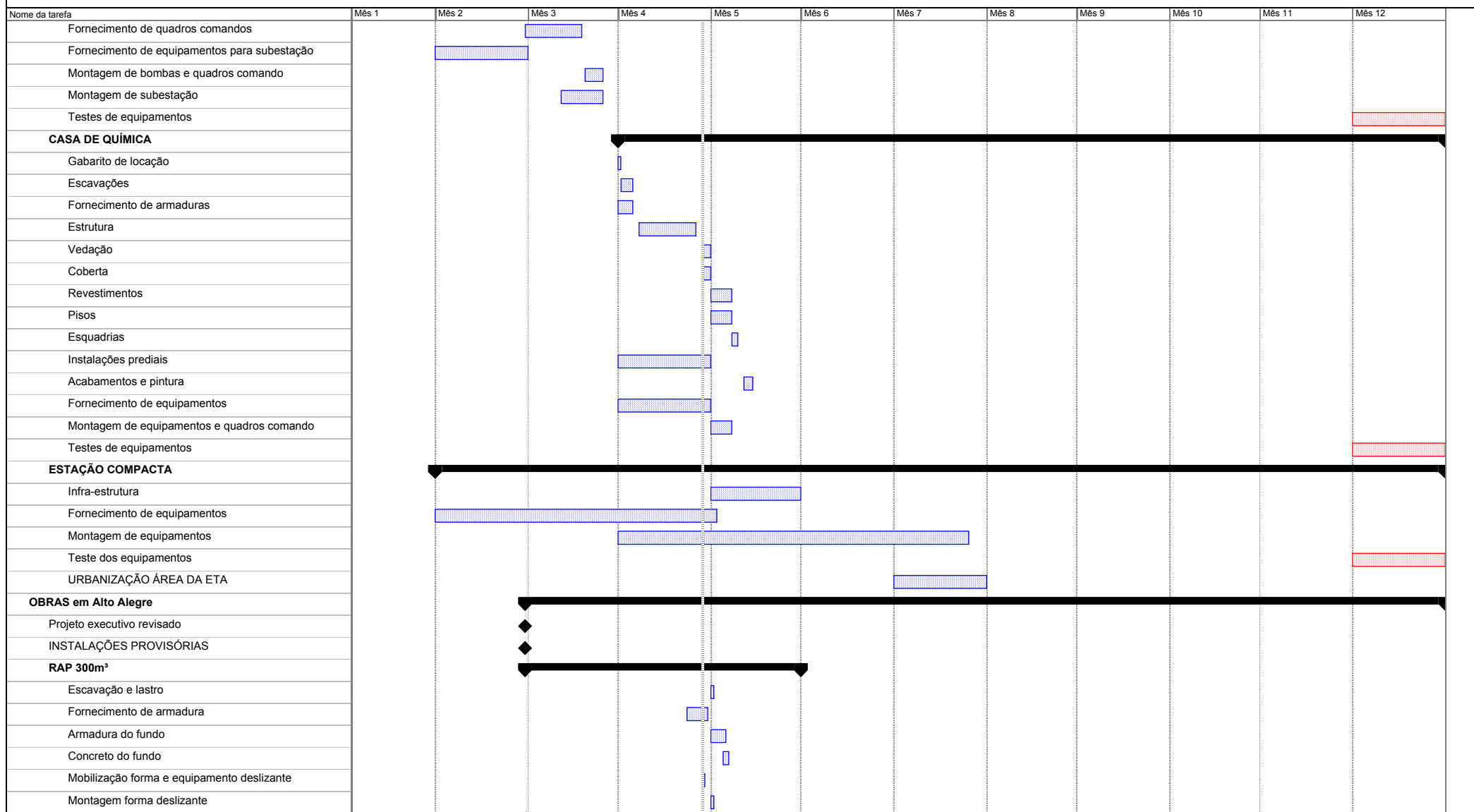
**Figura 22: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II**  
**PLANO DE EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS**  
**(1ª ETAPA)**



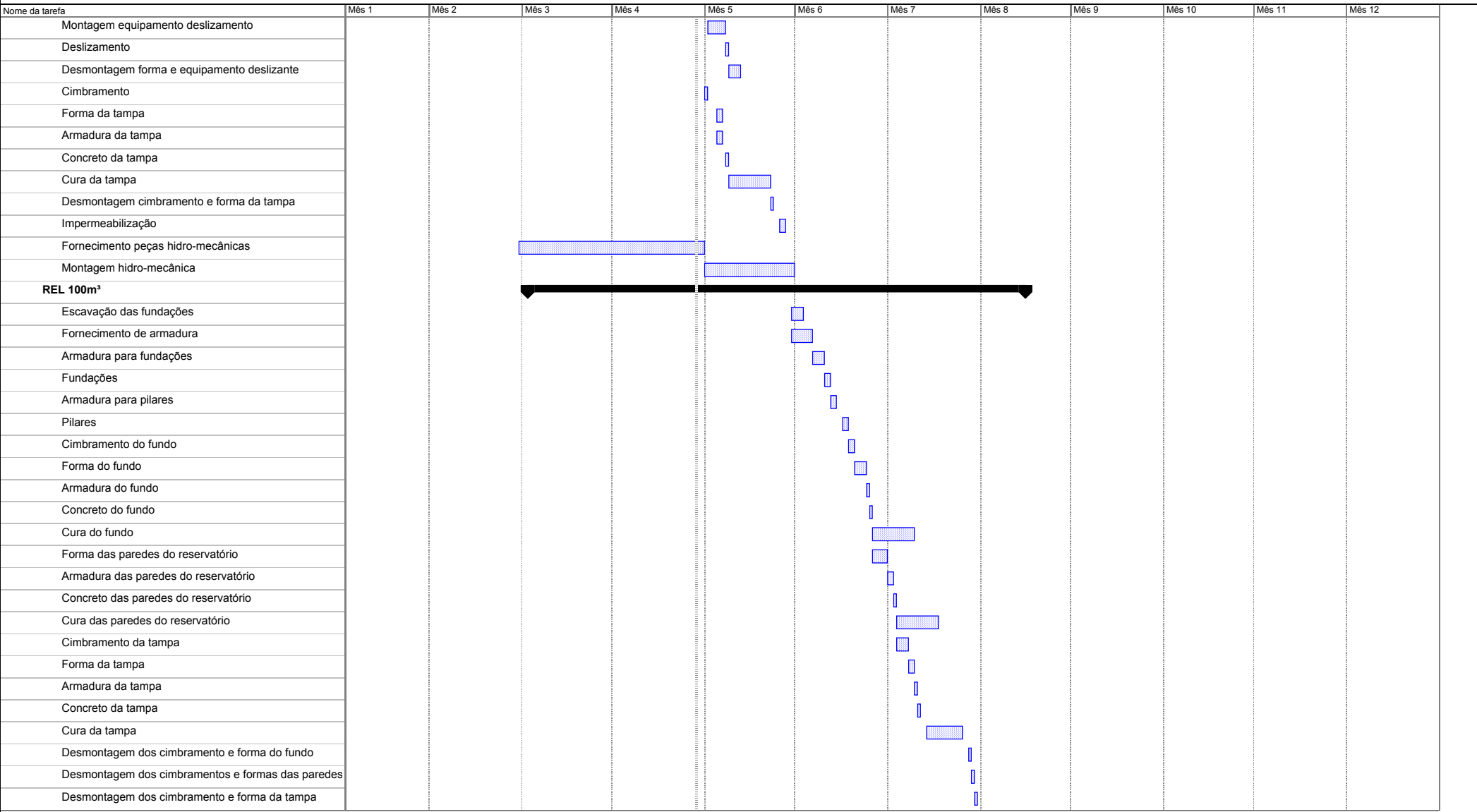
**Figura 22: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II**  
**PLANO DE EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS**  
**(1ª ETAPA)**



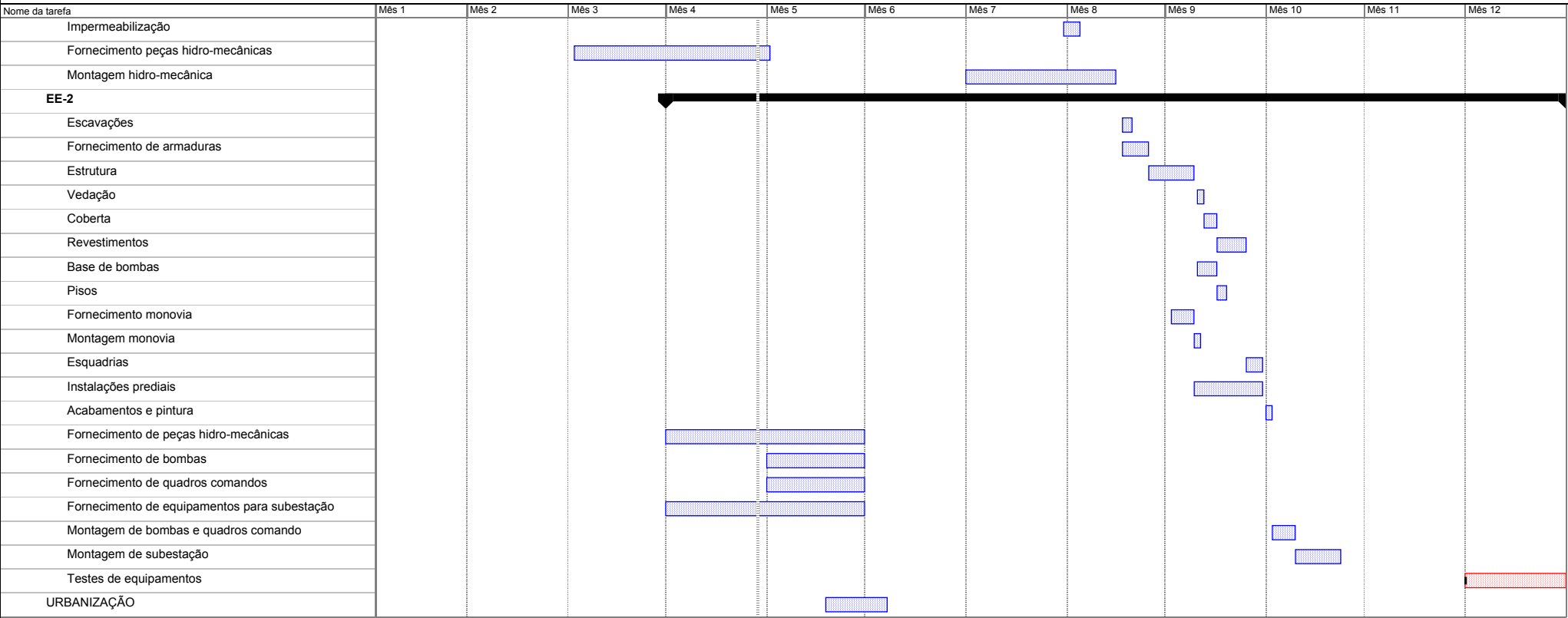
**Figura 22: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II**  
**PLANO DE EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS**  
**(1ª ETAPA)**



**Figura 22: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II**  
**PLANO DE EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS**  
**(1ª ETAPA)**



**Figura 22: SISTEMA ADUTOR ALGODÕES II**  
**PLANO DE EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS**  
**(1ª ETAPA)**





## **8 PLANO DE ADMINISTRAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

---

## **8 PLANO DE ADMINISTRAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

### **8.1 Administração**

#### *8.1.1 Configuração do Modelo de Administração*

O modelo institucional proposto para administração, operação e manutenção do Sistema Adutor Algodões II é o da manutenção da AGESPISA como concessionária responsável pelo novo sistema adutor e pela distribuição de água nas cidades de Júlio Borges, Curimatá e Avelino Lopes, atribuindo-se a associações comunitárias locais a administração e operação da distribuição nos povoados contemplados pelo projeto.

A existência de sistemas de distribuição de água em pequenas comunidades beneficiadas pelo novo sistema adutor e as experiências bem sucedidas já realizadas em outros estados da região Nordeste para a resolução do problema da oferta sustentada de serviços de água a populações residentes em aglomerados desse tipo, sugere que se cogite da utilização de associações comunitárias como responsáveis pela administração dos serviços.

No entanto, a complexidade do sistema adutor é incompatível com o tipo de organização e a capacidade financeira das associações comunitárias e, assim, não seria prudente atribuir a essas associações a responsabilidade pela administração e operação dessa parte do sistema (captação, estações elevatórias, adução, estações de tratamento e reservatórios de grandes volumes).

Assim é que deverá ser elaborado um regulamento dos serviços, no qual sejam definidos direitos e deveres de cada agente envolvido, metas e padrões do serviço. Além disso, é necessário que a atribuição de fiscalização e controle da prestação dos serviços seja delegada pelos municípios à Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos.

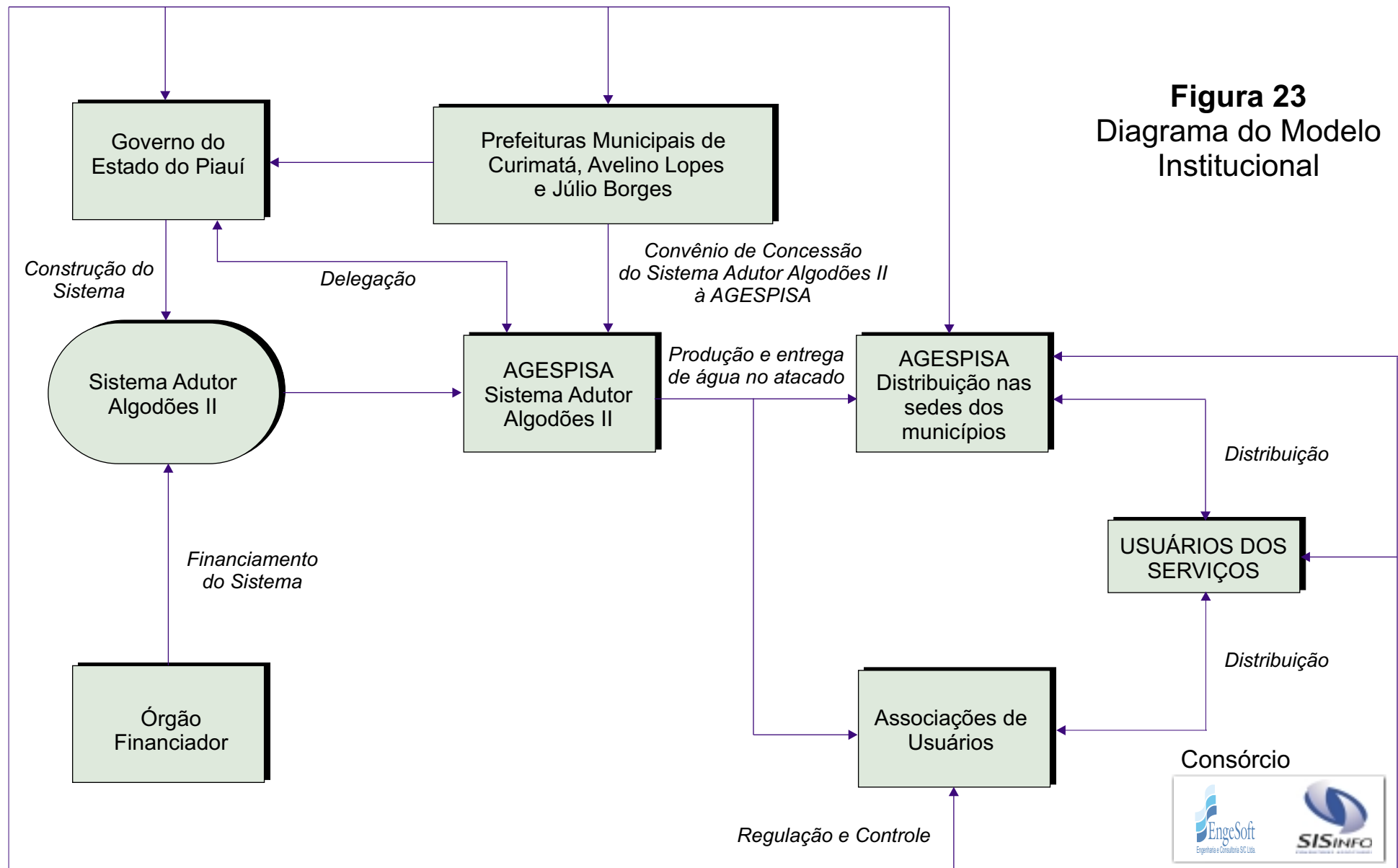
A viabilização da implantação de qualquer modelo institucional para a administração do sistema adutor em referência depende de decisões a serem

tomadas pelos diferentes agentes envolvidos (Governo Federal, Governo do Estado, Prefeituras e comunidades), inclusive a AGESPISA. Nesse sentido não se deve deixar de considerar a possibilidade de que sejam necessários ajustes no modelo geral proposto, eventualmente decorrente de tais decisões.

Considerando, além dos atores acima indicados, as demais entidades relacionadas com a implantação e o funcionamento do Sistema Adutor Algodões II e, também, a titularidade sobre os serviços que, no caso, envolve interesse local, o modelo institucional proposto assume a configuração indicada no diagrama apresentado na **Figura 23**. Nesse diagrama a configuração considerada é a operação do sistema de distribuição das cidades beneficiadas pelo projeto pela AGESPISA e os das pequenas localidades por associações comunitárias.



**Figura 23**  
Diagrama do Modelo Institucional



### *8.1.2 Visão Geral da Implantação do Modelo de Administração*

A implantação do modelo de administração do Sistema Adutor Algodões II, conforme já se mencionou, requer a articulação de interesses e decisões de governo. Beneficiando diretamente os moradores da região do semi-árido, tanto em áreas urbanas quanto em pequenas localidades rurais

A criação das associações de usuários deverá se fazer antes que se tenha concluído a implantação dos sistemas de distribuição nas localidades respectivas. Por outro lado, deverá estar também definida a forma como será assegurada a assistência técnica a essas associações, tanto no campo da operação e manutenção dos sistemas quanto no comercial: se através de serviços prestados pelo operador do sistema adutor; ou através da criação de uma entidade que congregue as diversas associações locais. Essas tarefas de estruturação e definição da assistência técnica deverão ser coordenadas pela SEMAR. Considerando a previsível pequena quantidade de associações de usuários que poderão ser formadas no âmbito do novo sistema adutor, bem como a simplicidade dos sistemas que deverão operar, sugere-se a empresa operadora do sistema adutor assuma a responsabilidade pela orientação técnica e comercial e pela realização de atividades de manutenção de maior porte nos sistemas distribuidores locais, incluindo-se o custo desses serviços na tarifa de água.

### *8.1.3 Ações e Instrumentos para a Implantação do Modelo*

O passo inicial que se recomenda no processo de implantação da estrutura de administração, operação e manutenção do Sistema Adutor Algodões II é a celebração de um Convênio a ser firmado entre o Governo do Estado do Piauí, Prefeituras de Curimatá, Avelino Lopes e Júlio Borges, e a AGESPIS, tendo por objeto a Mútua Cooperação para Administração, Operação e Manutenção do Sistema, fixando os compromissos e responsabilidades entre cada uma das partes envolvidas. O referido convênio compreende as seguintes condições e obrigações para os convenientes:

- Governo do Estado do Piauí:
  - Participar como concedente (titularidade do interesse comum) da - delegação do novo sistema adutor a AGESPISA;
  - Apoiar a organização das Associações de Usuários, assumindo inclusive o encargo de publicação no Diário Oficial do resumo do ato constitutivo das mesmas.
- Prefeituras Municipais de Curimatá, Avelino Lopes e Júlio Borges:
  - Obter aprovação de Lei municipal autorizando o poder executivo a delegar a AGESPISA a administração e operação do novo sistema adutor e às Associações de Usuários autorização para administrar a distribuição de água nas pequenas localidades;
  - Dar poderes às Associações de Usuários para a distribuição de água recebida da adutora nas pequenas localidades;
  - Apoiar o Governo do Estado na organização das Associações de Usuários.
- AGESPISA:
  - Concordar com as revisões dos instrumentos de delegação da administração dos sistemas existentes e assumir a novas responsabilidades referentes ao sistema adutor a ser implantado.

## **8.2 Operação e Manutenção**

### *8.2.1 Desempenho Operacional*

Neste item são apresentadas recomendações importantes para que a operação do sistema adutor possa ser submetida ao necessário controle e, por consequência, seja realizada em regime de eficiência, permitindo que se cumpra um dos objetivos

principais, qual seja o fornecimento racional e contínuo de água de boa qualidade com o retorno do investimento.

Nesse contexto incluem-se indicações que se referem à própria constituição do sistema físico e também aos procedimentos de administração do sistema. As primeiras dizem respeito principalmente à instalação de medidores de consumo, instrumentos fundamentais para que se processe qualquer ação de controle que, para esse tipo de empreendimento envolve, necessariamente a minimização das perdas. No que se refere aos. procedimentos, distinguem-se os que se relacionam com a qualidade do serviço daqueles que se referem à qualidade do produto (a água oferecida aos consumidores). Por seu turno, a qualidade do serviço envolve o próprio desempenho operacional, o que viabiliza o equilíbrio financeiro e a sustentabilidade do empreendimento e, de outro lado, a relação do prestador dos serviços com o usuário.

#### 8.2.1.1 Medição dos Consumos

Para que se possa ter controle sobre as perdas físicas e comerciais, é crucial que se implante micromedidores na totalidade das ligações e macromedidores em posições estratégicas, ao longo da adutora. Em face das características físicas e locais do novo Sistema Adutor Algodões II, que se destaca pela sua grande extensão e pela localização em uma região extremamente carente de água, a instalação de macromedidores assume uma configuração que pode ser aparentemente exagerada. No entanto, a experiência com grandes adutoras recomenda que se adote um rigoroso controle sobre as fugas de água, de modo a minimizar os desperdícios e as ligações clandestinas.

Além desses macromedidores, cada chafariz que venha a ser eventualmente instalado para o abastecimento da população rural deverá ser dotado de hidrômetro. Ademais, nas estações elevatórias deve ser mantido o controle de horas de funcionamento, com o que se pode também estimar vazões. Por fim, deverão ser instalados macromedidores na extremidade de jusante dos sistemas existentes em

Júlio Borges, Avelino Lopes e Curimatá. Com esse conjunto mínimo de macromedidores será possível avaliar com razoável precisão a quantidade de água disponibilizada para a distribuição, condição essencial para que se possam estimar as perdas do sistema.

#### 8.2.1.2 Avaliação de Desempenho

A AGESPISA deverá obter sistematicamente informações para a avaliação de desempenho das unidades. As indicações feitas a seguir dizem respeito obtenção das informações necessária ao controle.

Informações mínimas a serem obtidas:

1. Quantidades totais de economias de cada categoria de consumo, em cada localidade integrante do sistema;
2. Quantidades totais de economias ativas de cada categoria de consumo, em cada localidade integrante do sistema;
3. Quantidades de economias ativas de cada categoria, com medidor em funcionamento regular, em cada localidade;
4. Quantidade total de ligações;
5. Volumes macromedidos em cada instrumento de medição, inclusive os medidores dos chafarizes em m<sup>3</sup> por mês;
6. Volumes micromedidos em cada localidade em m<sup>3</sup> por mês;
7. Quantidade de medidores em funcionamento regular, no mês final de cada período de referência (semestre ou ano);
8. Quantidade de pessoal próprio empregado na administração, e na operação e manutenção;
9. Consumos de energia elétrica de cada estação elevatória, em kWh por mês;

10. Consumos de produtos químicos, discriminados por produto, e expressos em kg por mês;
11. Despesas totais com pessoal próprio, incluindo encargos sociais em R\$ / mês;
12. Despesas com energia elétrica, em R\$ / mês;
13. Despesas com produtos químicos, em R\$ / mês;
14. Despesas com serviços de terceiros, em R\$ / mês;
15. Outras despesas de exploração, tais como alugueis de imóveis, equipamentos e ferramentas, material de consumo, despesas fiscais excluído o Imposto de Renda e excluídos juros e serviço da dívida, em R\$ / mês;
16. Quantidade de reclamações de consumidores por mês, discriminadas segundo o sistema a que se refere (sistema adutor e / ou sistema de distribuição);
17. Quantidade de reclamações por mês, atendidas no prazo estabelecido no regulamento da prestação dos serviços;
18. Quantidade de reclamações por mês, atendidas fora do prazo e / ou não atendidas, discriminadas por sistema;
19. Quantidade de amostras analisadas para aferição de coliformes fecais no sistema adutor e na distribuição, no período considerado (semestre ou ano);
20. Quantidade de amostras analisadas para aferição de coliformes fecais no sistema adutor e na distribuição, com resultados dentro do padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde e / ou pelo Regulamento do Serviço, no período considerado (semestre ou ano);
21. Quantidade de amostras analisadas para aferição de cloro residual, no sistema adutor e na distribuição, no período considerado (semestre ou ano);

22. Quantidade de amostras analisadas para aferição de cloro residual, no sistema adutor e na distribuição, com resultados dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério a Saúde e / ou pelo Regulamento do Serviço, no período considerado (semestre ou ano);
23. Quantidade de amostras analisadas para aferição de turbidez no sistema adutor e na distribuição, no período considerado (semestre ou ano);
24. Quantidade de amostras analisadas para-aferição de turbidez no sistema adutor e na distribuição, com resultados. dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério a Saúde e / ou pelo Regulamento do Serviço, no período considerado (semestre ou ano);
25. Quantidade de horas (durante todo o período considerado - semestre ou ano) de interrupções do funcionamento do sistema, com duração igual ou maior do que seis horas, por problemas em qualquer de suas unidades, e que tenham acarretado prejuízo à regularidade do abastecimento;
26. Quantidade de interrupções do funcionamento do sistema, com duração igualou maior do que seis horas, por problemas em qualquer de suas unidades, e que tenham acarretado prejuízo à regularidade do abastecimento;
27. Quantidade de economias atingidas por interrupções de funcionamento, em todo o sistema no período considerado (semestre ou ano).

Em princípio, as informações referidas em 5, 9 e 12 serão fornecidas pelo responsável pela operação do sistema de produção, enquanto que as de números 1, 2, 3, 4 e 6 serão da responsabilidade dos operadores dos sistemas de distribuição. As demais (7, 8, 10, 11, e 13 a 27) serão fornecidas por todos os operadores.

#### 8.2.1.3 Indicadores de Acompanhamento

Para a definição dos indicadores a serem utilizados, as informações listadas no item anterior serão designadas (sempre que for útil para facilitar a descrição) pelo dígito

"A" associado ao número da referida lista e a outro dígito quando necessário qualificar a informação (exemplos: AO1 R = quantidade total de economias residenciais; AO2P = quantidade total de ligações ativas da categoria de consumo-- público; AO2 = quantidade total- de-economias ativas de todas as categorias ).

Visando facilitar os procedimentos de controle, procura-se sugerir uma quantidade mínima de indicadores a serem utilizados. Nada impede que sejam calculados outros, nem que os agentes responsáveis pelo controle solicitem mais informações, além das que estão listadas no item 8.2.1.2. Registre-se que na formulação dos indicadores são, em geral, utilizados os conceitos adotados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS e no Programa Nacional de Controle do Desperdício de Água - PNCOA.

#### 8.2.1.4 Eficiência Operacional

I<sub>01</sub> :índice de atendimento expresso em percentual e dado pela expressão:

$$\frac{A_{02R} \times \text{Quantidade de pessoas por domicílio}}{\text{População urbana da localidade}}$$

Onde A<sub>02R</sub> é a quantidade de economias residenciais ativas no último mês do período e a quantidade de pessoas por domicílio deve ser a informação mais recente do IBGE (deve ser indicado o ano a que se refere a informação);

I<sub>02</sub> = índice de perdas na adução de água, expresso em percentual:

$$\frac{\text{Volume macromedido. no período, em todas as derivações. inclusive chafarizes}}{\text{Somatório dos volumes macromedidos, no período, à saída da ETA}}$$

I<sub>03</sub> = índice de perdas na distribuição, expresso em percentual:

$$\frac{\text{Volume micromedido. no período. em todas as ligações}}{\text{Volume macromedido, no período, nas derivações}}$$

I<sub>04</sub> = índice de perdas por ligação, expresso em m<sup>3</sup> por:



$$\frac{\text{Vol. macromedido, no período, nas derivações} - \text{Vol. micromedido}}{\text{Quantidade de ligações (AO4)}}$$

$I_{05}$  = Despesas de exploração no sistema de produção, expressa em R\$/m<sup>3</sup> em cada período:

$$\frac{(A11 + A12 + A13 + A14 + A15)}{\text{Somatório dos volumes macromedidos, no período}}$$

$I_{06}$  = Despesas de exploração no sistema de distribuição, R\$/m<sup>3</sup> em cada período:

$$\frac{(A11 + A12 + A13 + A14 + A15)}{\text{Volume macromedido nas derivações}}$$

$I_{07}$  = índice de produtividade de pessoal, expresso em empregados por mil ligações de água:

$$\frac{\text{Quantidade de pessoal próprio (A08)}}{AO4 \times 1.000}$$

$I_{08}$  = índice de eficiência da micromedicação, expresso em percentual:

$$\frac{\text{Quantidade de medidores em funcionamento regular (AO7)}}{\text{Quantidade total de ligações (AO4)}}$$

Esses primeiros oito indicadores relacionam-se com o desempenho operacional. É possível identificar entre eles duas categorias:

Indicadores Principais, que permitem a análise imediata do desempenho; e:

Indicadores Auxiliares que complementam a análise e auxiliam na explicação de determinada situação ou fenômeno. No caso em referência pode-se classificar na primeira categoria os indicadores  $I_{01}$  a  $I_{06}$ , enquanto que  $I_{07}$  e  $I_{08}$  são indicadores auxiliares.

Muitos outros indicadores auxiliares podem ser construídos com as informações listadas em 8.2.1.2, tais como, por exemplo a participação da despesa de pessoal no

total da despesa de exploração, pela relação entre  $A_{11}$  e a soma das despesas de  $A_{11}$  a  $A_{15}$ , podendo construir um indicador para cada segmento do sistema.

#### 8.2.1.5 Qualidade do Serviço

Para os indicadores de qualidade do serviço, podem ser considerados separadamente os que se referem à relação do prestador dos serviços com os usuários e os que dizem respeito à qualidade da água distribuída. Seguindo a diretriz de considerar o mínimo indispensável, indica-se apenas dois em cada categoria, podendo o regulamento exigir outros. Os indicadores propostos são os indicados a seguir e devem ser calculados para o sistema produtor e para cada um dos sistemas distribuidores:

$I_{09}$  = Economias atingidas por paralisação, indicador dado pela expressão:

$$\frac{\text{Quantidade de economias atingidas (A27)}}{\text{Quantidade de paralisações (A26)}}$$

$I_{10}$  = Duração média das paralisações, dado pela expressão:

$$\frac{\text{Quantidade de horas de paralisação (A25)}}{\text{Quantidade de paralisações (A26)}}$$

$I_{11}$  = índice de conformidade da quantidade de amostras, medido em percentual e dado pela expressão:

$$\frac{\text{Quantidade de amostras analisadas (A19 + A21 + A23)}}{\text{Quantidade mínima de amostras obrigatórias}}$$

$I_{12}$  = Incidência de análises de coliformes fecais dentro do padrão, expressa em percentual e dada pela expressão:

$$\frac{\text{Quantidade de amostras analisadas dentro dos padrões (A20)}}{\text{Quantidade de amostras analisadas (A19)}}$$

Além do fornecimento das informações necessárias ao acompanhamento do desempenho dos serviços, os operadores de todas as partes do sistema adutor

devem submeter-se às disposições do regulamento a ser estabelecido pelo órgão regulador, por delegação dos poderes concedentes no que se referem aos procedimentos para viabilizar a prestação do serviço adequado. Como exemplo desse tipo de procedimento pode-se citar o controle sobre a aferição e a revisão periódica do funcionamento dos medidores, de modo a minimizar os erros de leitura que tanto podem produzir perdas de faturamento quanto, ao contrário, prejudicar os usuários.

### *8.2.2 Adutora*

#### *8.2.2.1 Adutora em Ferro Fundido*

- Acondicionamento de tubos reserva:

Os tubos destinados a reparos na adutora deverão ser acondicionados de forma a permitir o fácil acesso e identificação dos mesmos pela equipe de manutenção da companhia concessionária. A área de estocagem deve ser plana e deve-se evitar terrenos pantanosos o solo não deverá ser instáveis e/ou corrosivo.

Os tubos em ferro fundido devem ser estocados em pilhas homogêneas e estáveis separadas por diâmetro, segundo um plano racional de estocagem que deve ser informado pelo fornecedor da tubulação.

As pilhas de estocagem devem utilizar separadores de madeira com dimensões mínimas de 80x80x2600mm com três ou quatro fileiras de pacotes e não devem ultrapassar a altura máxima de 2,50m. Deve-se verificar periodicamente as pilhas a fim de avaliar a situação de estabilidade das mesmas, evitando acidentes.

As pilhas devem ter tubos com bolsas desencontradas, a camada inferior deve ser estocada sobre duas pranchas de madeira paralelas, situadas a 1 metro das extremidades da ponta e da bolsa. Os tubos devem ficar paralelos e as extremidades não devem estar em contato com o solo. Os tubos da extremidade serão calçados do lado da ponta e da bolsa com a ajuda de cunhas pregadas as pranchas. Os tubos

intermediários podem ser calçados somente do lado da ponta, com cunhas de dimensões menores.

Os tubos das camadas superiores serão acondicionados, alternadamente, por tubos colocados com as bolsas desencontradas em relação a camada inferior.

Todas as bolsas de uma camada ultrapassam as da camada inferior em aproximadamente 10cm, evitando com isso a deformação das pontas dos tubos. Os corpos dos tubos das duas camadas consecutivas ficam em contato.

Outra maneira de estocar os tubos será de forma a que cada camada fique perpendicular a anterior, passando a bolsa aproximadamente 5cm da borda do tubo.

- Acondicionamento das conexões e anéis de junta reserva:

As conexões reservas devem ser estocadas em local seguro e abrigados de intempéries.

Os anéis de juntas mecânicas, elásticas e arruelas para flanges por características dos elastômeros, certas precauções devem ser tomadas para o seu armazenamento para que sejam mantidas suas propriedades. Deve-se ter atenção para os seguintes aspectos:

- Locais de acondicionamento muito secos ou com grande umidade;
- Temperatura do local de armazenamento;
- Exposição a luz solar; e
- Tempo de estocagem (para anéis de juntas e arruelas para flanges).

A temperatura do ambiente de estocagem dos anéis, arruelas e conexões deve estar entre 5oC e 25oC. Deve-se evitar a deformação dos elastômeros no momento do armazenamento.

Os anéis de juntas e as arruelas para flanges são à base de elastômeros vulcanizados por tanto sendo necessária a estocagem em locais com grau médio de umidade.

Os anéis e as arruelas, assim como as juntas integradas das conexões são sensíveis aos raios ultravioleta e a ação do ozônio, por isso devem ser mantidos abrigados da luz do sol e/ou luzes artificiais.

- **Reparo dos tubos:**

O revestimento externo dos tubos pode ser danificado no momento do transporte e/ou do assentamento. O reparo pode ser feito no local de assentamento ou no local de estocagem, seguindo um processo simples:

- **Pequenos danos:** arranhões onde o revestimento de zinco não tenha sido afetado, não é necessário qualquer reparo.
- **Danos maiores:** danos onde tenha sido afetado o revestimento de zinco a reparação deve ser feita com ajuda de uma pintura betuminosa, seguindo o seguinte procedimento: aplicar tinta betuminosa de base acrílica utilizando escova, pincel, rolo ou pistola.

Deve-se escovar ligeiramente a superfície para limpá-la e secar bem a superfície a revestir. No caso de baixas temperaturas e ou de locais onde a umidade seja muito grande é necessário aquecer o tubo com maçarico até a temperatura de aproximadamente 50°C antes de aplicar o produto. A aplicação deve ser feita cruzando as demãos até que a espessura da camada esteja no mesmo nível das camadas vizinhas, não danificadas.

O revestimento interno pode ser danificado por movimentações bruscas ou pancadas acidentais. A recomposição pode ser feita de maneira simples e rápida. Danos provocados no revestimento interno que não sejam muito extensos (<0,10m<sup>2</sup>)

podem ser reparados no local de manutenção. Dano superior ao limite antes estabelecido, recomenda-se cortar a parte danificada.

- Cortes nos tubos:

Caso seja necessários fazer cortes nos tubos devem ser utilizadas máquinas elétricas ou pneumáticas com disco de corte abrasivo de alta rotação, máquinas de corte a frio com bedames de vídia ou arcos de serra convencional (para diâmetros pequenos).

O corte da tubulação deve ser feito obrigatoriamente, perpendicular a geratriz do tubo.

Após o corte e antes da montagem deve-se retirar a rebarba das arestas de corte com auxílio de uma lima ou uma esmeriladeira manual de disco. No caso de juntas elásticas deve-se fazer o chanfro com esmeriladeira manual de disco, para evitar danos ao anel de vedação da tubulação.

- Ovalização dos tubos:

A experiência demonstra que é extremamente raro a ovalização de tubos com diâmetros menores ou iguais a 400mm, no entanto se acontecer, deve-se proceder a desovalização com um macaco hidráulico (como recomendado pelo fabricante) com cuidado para não danificar o revestimento interno.

- Montagem de tubos e conexões:

A montagem de tubos e conexões em ferro fundido com junta elástica é facilmente realizada com a utilização de equipamentos comuns como alavancas, TIRFOR ou a própria concha da retroescavadeira.

O procedimento para o assentamento dos tubos e das conexões com junta elástica e diâmetros de 80 a 150mm deve ser apoiando a alavanca sobre o solo e empurrado contra a bolsa do tubo protegido por um espelho de madeira dura.

Para diâmetros acima de 150mm pode-se utilizar a concha da retroescavadeira protegendo a bolsa do tubo com uma prancha de madeira. A máquina deve exercer esforço lento e contínuo seguindo o procedimento de montagem a junta. Outra forma de assentar o tubo é com uso de talha mecânica tipo TIRFOR.

Para a montagem de tubos com junta flangeada deve proceder da seguinte maneira: encaixar o anel de borracha no seu alojamento, em seguida deve-se colocar os flanges com um pequeno espaço e encaixar os parafusos e as porcas, que devem ser encostadas manualmente até que os flanges encostem um no outro, deve-se ter maior atenção em apertar as porcas seguindo a tabela de torque fornecida pelo fabricante. Os parafusos devem ser apertados seguindo a ordem definida pelo fornecedor da tubulação.

A tubulação não deve ser submetida a tração no momento do aperto dos parafusos.

#### 8.2.2.2 Adutora em PRFV

- Reparo nas tubulações em PRFV:

Os procedimentos de reparo nas tubulações em PRFV são semelhantes aos materiais metálicos.

O procedimento de reparo é simples, mede-se a distância das extremidades do dano ou da ruptura até um ponto onde as paredes do tubo apresentem-se intactas, sem qualquer tipo de irregularidade. A seguir parte-se para o corte da parte danificada.

O disco de corte deve possuir aresta adiamantada. A vida útil do disco de corte está diretamente ligada a sua qualidade, discos demasiados gastos comprometem a ferramenta a que estão acoplados pelo esforço e comprometem a qualidade e o tempo do serviço.

É importante que o corte apresente o maior paralelismo possível entre as duas pontas a serem laminadas, para isso é recomendado que sejam marcadas

coordenadas ao longo da circunferência do tubo para guiar o operador do equipamento quanto da posição do corte.

Após o corte deve-se colocar o toco de reparo unido a tubulação assentada por meio de luvas de correr.

Para garantir uma montagem adequada, é importante assegurar que os tubos estejam alinhados de forma a permanecerem o mais próximo possível um do outro.

As uniões também podem ser feitas com a utilização de juntas mecânicas, Straub, bipartidas ou tripartidas, Gibault ou solda de topo.

#### 8.2.2.3 Enchimento e Esvaziamento das Tubulações

Após qualquer manutenção de uma tubulação, impõe-se uma limpeza interna, o que pode ser feito concomitantemente com a operação de enchimento da mesma.

O enchimento da tubulação se dará dando carga no sistema e abrindo-se os registros de descarga da linha gradativamente ao passo que a tubulação está sendo cheia. Quando a água chegar aos registros de descarga esta carrega toda sujeira presente no interior da tubulação, inicia-se assim o processo de limpeza.

Quando a água já se apresentar limpa e livre de detritos deve-se fechar os registros de descarga permitindo o enchimento total da tubulação, que será percebido quando cessar o chiado nas únicas saídas de ar da tubulação, as ventosas,

Deve-se observar que a inexistência das ventosas poderia causar problemas sérios a tubulação como o aparecimento de sobrepressões na adutora.

Para o esvaziamento da tubulação deve-se abrir os registros de descarga dos trechos, a água sairá da tubulação e o ar admitido pelas ventosas ocupará o seu lugar. Assim os registros das ventosas deve sempre estar aberto para que essa possa desempenhar o seu papel de proteção da tubulação.



A abertura dos registros que permitem a alimentação das linhas de adução deve ser lento, a fim de que a água não comprima o ar contido na tubulação, pois as condições de saída do ar pelas ventosas é bem inferior às oferecidas pelos registros a passagem da água.

Eventualmente são necessárias limpezas nas adutoras, para o que podem ser abertos simultânea ou isoladamente os registros de descarga, através dos quais a água suja é descarregada.

Em caso de danos na adutora os registros de descarga podem ser abertos isoladamente sem que seja necessário o esvaziamento de toda a adutora. Impondo-se apenas o esvaziamento ao trecho onde será feito o reparo.

Dessa forma o reparo será feito mais rapidamente e depois deste pronto, o enchimento se dará de forma mais breve, fazendo com que a adutora retorne ao seu funcionamento normal em pouco tempo.

### *8.2.3 Estações Elevatórias*

A construção de estações elevatórias deve ser objeto de profunda análise. Essas instalações representam um investimento inicial elevado, exigem uma manutenção permanente, além das despesas normais de operação.

Em um sistema elevatório, a grande preocupação é com os conjuntos motor-bomba, equipamento de maior importância e custo.

Uma série de cuidados devem ser adotados na montagem, operação e manutenção dos sistemas, cuidados estes descritos a seguir:

- Blocos de sustentação dos conjuntos devem estar de acordo com as normas do fabricante;
- Adequada fixação da base dos conjuntos motor-bomba;
- Adequada instalação das tubulações de sucção e recalque;

- Instalação da tubulação de drenagem;
- Alinhamento do eixo do motor e da bomba;
- Engaxetamento;
- Lubrificação dos mancais.

#### 8.2.3.1 Locação e Assentamento das Bombas

Deve-se verificar a locação e assentamento adequado dos conjuntos elevatórios, devendo-se prever uma freqüente lubrificação e verificação da funcionalidade dos equipamentos, visando um fácil acesso a estes equipamentos quando do seu funcionamento, simplicidade na operação, evitando assim demora e/ou intervenções desnecessárias e sistemas de elevação e transporte dos equipamentos.

#### 8.2.3.2 Tubulações de Sucção e Recalque

Um cuidado maior deve ser despendido para as tubulações de sucção e recalque, em especial para a tubulação de sucção, uma vez que esta tem que ser absolutamente estanque, não pode conter aberturas que deixem o ar penetrar e provoque cavitação na bomba.

É necessário também, verificar a transmissão de esforços aos flanges da bomba, as válvulas de gaveta instaladas na sucção devem ter o cabeçote na horizontal ou vertical para baixo, as válvulas de retenção devem ser instaladas antes das válvulas de gaveta.

Deve-se verificar a construção dos blocos de ancoragem sempre que a tubulação de recalque mudar de direção, de modo a garantir a rigidez do sistema e evitar acidentes com consequentes rompimentos das linhas de recalque.

#### 8.2.3.3 Drenagem da Casa de Bombas

A tubulação de drenagem das casas de bombas devem ser ligadas a um poço de sucção por meio de tubulação em PVC equipada com ralo sifonado.

#### 8.2.3.4 Alinhamento do Conjunto Motor Bomba

Normalmente o fabricante se responsabiliza pela instalação inicial da bomba, no entanto deve-se haver um cuidado no transporte e assentamento, devido a acidentes que possam comprometer este alinhamento.

#### 8.2.3.5 Lubrificação dos Mancais

A rotação do eixo é feita com rolamentos lubrificados por graxa e óleo. Os níveis, máximo e mínimo, de lubrificação devem ser seguidos de acordo com manual fornecido pelo fabricante, uma vez que o excesso ou carência da lubrificação prejudica o equipamento.

#### 8.2.3.6 Rotina de Manutenção

Na rotina de manutenção do equipamento, devem ser feitas observações e inspeções diárias, mensais, semestrais e anuais.

A observação diária deve ser feita pelo operador que notará o seguinte:

- Variação da corrente elétrica;
- Alta temperatura nos mancais da caixa de gaxetas;
- Vibrações anormais;
- Ruídos estranhos.

Na ocorrência de um ou mais desses problemas, há a necessidade de uma inspeção mais apurada por parte de técnicos especializados no tipo de equipamento em questão.

A inspeção mensal será feita pelo pessoal da manutenção e verificará o seguinte:

- Alinhamento do conjunto motor-bomba;
- Estado de lubrificação das gaxetas pelo número de pingos (60 pingos por minutos);
- Temperatura dos mancais usando termômetro;
- Nível de óleo ou graxa, e retificar, se necessário.

A inspeção semestral é feita, também, pelo pessoal da manutenção devendo proceder da seguinte forma:

- Substituir o engaxetamento;
- Verificar o estado do eixo e da bucha quanto a presença de estrias, através da caixa de gaxetas;
- Examinar o alinhamento e nivelamento da bomba e do motor;
- Verificar se a tubulação de sucção e/ou recalque está exercendo algum tipo de força sobre a bomba;
- Fazer testes de pressão na sucção, usando vacuômetro, e no recalque, usando manômetro;

A inspeção anual será feita pelo pessoal da manutenção com o auxílio do pessoal da oficina especializada nos conjuntos elevatórios utilizados no sistema, procedendo da seguinte maneira:

- Retirada do conjunto girante para a inspeção detalhada de eventuais desgastes;
- Fazer completa limpeza do rotor e no interior da carcaça;

- Verificar os intervalos entre os anéis de desgaste;
- Medir a folga do acoplamento;
- Substituir as gaxetas;
- Trocar o óleo ou graxa dos mancais.

#### *8.2.4 Estação de Tratamento de Água - ETA*

A AGESPISA deverá preparar um manual de manutenção prevista da ETA. Esse manual deverá se basear nos manuais de manutenção fornecidos pelos fabricantes de cada equipamento. Estes manuais particulares deverão fazer parte do manual de manutenção da ETA.

Além disso, a elaboração do manual deverá levar em conta a opinião do setor de manutenção da AGESPISA.

##### **8.2.4.1 Relatórios**

O chefe e os operadores da ETA devem emitir, com frequências pré-estabelecidas, relatórios sobre o comportamento da estação, abrangendo todas as partes que participam do processo, tais como: equipamentos, pessoal, reagentes, processos unitários e processo global.

- **Relatórios Diários:**

Os relatórios diários consistem do preenchimento de planilhas, onde periodicamente, ao longo do dia, vão sendo lançados os resultados. Nestas planilhas devem ser assentados os seguintes tipos de dados:

- Análises de qualidade de água, nas diversas fases do processo: bruta, coagulada, filtrada, clorada, final;
- Vazão da ETA e horas de operação;

- Recepção, preparo e consumo de reagentes;
  - Dados sobre operação dos filtros;
  - Ocorrências com os equipamentos e com a instrumentação;
  - Falhas no fornecimento de energia;
  - Pessoal de operação.
- A forma de agrupar estes tipos de dados em planilhas depende em parte, do tipo de processo e da disposição física das diversas partes, ou seja, do projeto da ETA. Mas depende, também, de normas de procedimento próprias de cada companhia. A maior parte destas informações é gerada pelo sistema supervisor e poderão ser complementadas em caso de comparações ou manutenção deste sistema.
- Relatórios Mensais:
- No fim de cada mês, o chefe da ETA deve elaborar um relatório que resuma todas as informações retiradas das planilhas diárias e que sirvam para ter visão global dos seguintes aspectos relacionados com a ETA:
- Qualidade da água bruta - Valores estatísticos;
  - Qualidade da água tratada - Valores estatísticos;
  - Volumes recebidos;
  - Volumes entregues;
  - Horas de operação;
  - Consumo de reagentes;
  - Pessoal empregado;
  - Consumo de energia elétrica;



- Paradas e Acidentes.

Estes relatórios devem ser levados ao conhecimento da chefia do sistema de produção.

#### *8.2.5 Reservatórios*

Devem ser feitas periodicamente a limpeza e desinfecção dos reservatórios, com produtos que não interfiram nas qualidades naturais da água.

## ***Consórcio***

---



CONSÓRCIO EngeSoft / SISINFO  
Av. Pe. Antônio Tomás, 2420 - 10º Andar - Aldeota - CEP 60140-160  
PABX 261-4890 - Fax: 268-1972  
Fortaleza - Ceará - Brasil

