

# Sistema Adutor CAPIVARA

**GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA**  
Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia  
e do Meio Ambiente - SECTMA

**ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS TÉCNICOS  
PRELIMINARES DE VIABILIDADE E DO  
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA ADUTOR  
CAPIVARA.**

## **RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO**

**Volume 5  
Relatório Síntese**



Maia Melo Engenharia Ltda.

Dezembro / 2006

# **GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA**

**Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente  
SECTMA/PB**

## **ESTUDOS TÉCNICOS PRELIMINARES, DE VIABILIDADE E DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA ADUTOR CAPIVARA**

# **RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO**

**Volume 5  
Relatório Síntese**



**MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.**

**JOÃO PESSOA/PB  
DEZEMBRO/2006**

## APRESENTAÇÃO

O presente relatório tem a finalidade de apresentar à Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente SECTMA/PB, o **Relatório Final do Projeto Básico**, parte integrante dos Estudos Técnicos Preliminares, de Viabilidade e do Projeto Básico do Sistema Adutor Capivara, objeto do contrato celebrado entre a SECTMA/PB e a Maia Melo Engenharia Ltda., no âmbito do Programa PROÁGUA.

Os serviços de consultoria objeto do referido contrato serão consubstanciados, para o Projeto Básico, nos seguintes relatórios:

- Primeiro Relatório de Andamento do Projeto Básico;
- Segundo Relatório de Andamento do Projeto Básico;
- Relatório Final do Projeto Básico.

O presente Relatório Final do Projeto Básico está dividido em 5 (cinco) volumes:

- **Volume 1** – Tomo I – Memorial Descritivo da Obra e Estimativa de Custos;  
Tomo II – Memória de Cálculo;
- **Volume 2** – Tomo I ao Tomo VII – Desenhos de Projeto;
- **Volume 3** – Detalhamento dos Nós (Ponto a Ponto);
- **Volume 4** – Especificações Técnicas das Obras Civis, Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamentos Hidroeletromecânicos, Normas de Medição e Pagamento, Folhas de Dados e Planilhas de Quantidades de Materiais, Equipamentos e Serviços;
- **Volume 5** – Relatório Síntese.

O **Volume 5** além desta apresentação, é composto por 13 (treze) Capítulos denominados:

- 1. Informações Gerais;
- 2. População Alvo do Sistema Adutor;
- 3. Concepção do Sistema Proposto;
- 4. Características do Sistema Adutor;
- 5. Estação de Tratamento de Água do Sistema;
- 6. Estações de Bombeamento;
- 7. Reservatórios de Distribuição;
- 8. Válvulas de Múltiplas Funções;
- 9. Estudo de Transientes Hidráulicos;
- 10. Suprimento Elétrico;
- 11. Sistema de Automação, Medição e Telecomando;
- 12. Cronograma Físico-Financeiro;
- 13. Estimativa de Custo.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>I</b>
<b>RELAÇÃO DE QUADROS .....</b>	<b>IV</b>
<b>RELAÇÃO DE FIGURAS .....</b>	<b>V</b>
<b>1. INFORMAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>2</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	2
1.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO .....	2
<b>2. POPULAÇÃO ALVO DO SISTEMA ADUTOR .....</b>	<b>7</b>
<b>3. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>13</b>
<b>4. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ADUTOR .....</b>	<b>18</b>
4.1 DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DOS TRECHOS DO SISTEMA ADUTOR .....	18
4.1.1 Critérios Utilizados .....	18
4.1.2 Metodologia .....	18
4.2 DADOS BÁSICOS DOS QUANTITATIVOS DO SISTEMA ADUTOR .....	20
<b>5. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SISTEMA .....</b>	<b>23</b>
5.1 DADOS TÉCNICOS DA ETA PADRÃO .....	23
5.1.1 Medidor de Vazão e de Mistura Rápida .....	23
5.1.2 Floculador .....	24
5.1.3 Decantador .....	24
5.1.4 Filtro .....	24
5.1.5 Casa de Química .....	24
5.1.6 Dispositivos Complementares .....	25
<b>6. ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO .....</b>	<b>27</b>
<b>7. RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>8. VÁLVULAS DE MÚLTIPLA FUNÇÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>9. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS .....</b>	<b>34</b>
9.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	34
<b>10. SUPRIMENTO ELÉTRICO .....</b>	<b>43</b>
10.1 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB CAPTAÇÃO .....	43
10.1.1 Finalidade .....	43
10.1.2 Critérios de Projeto .....	43
10.1.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico .....	43
10.1.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos .....	43
10.1.5 Subestação – Situação e Locação .....	44
10.1.6 Subestação Principal .....	46
10.1.7 Medição de Faturamento .....	48
10.1.8 Cabos de Energia, Comando e Controle .....	49
10.1.9 Conexões Elétricas .....	49
10.1.10 Proteção Contra Incêndio .....	49
10.1.11 Condições Operacionais .....	49
10.2 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-1 .....	50
10.2.1 Finalidade .....	50
10.2.2 Critérios de Projeto .....	50
10.2.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico .....	51

10.2.4	Premissas para Desenvolvimento de Estudos.....	51
10.2.5	Subestação – Situação e Locação.....	52
10.2.6	Subestação Principal.....	54
10.2.7	Medição de Faturamento .....	56
10.2.8	Cabos de Energia, Comando e Controle .....	56
10.2.9	Conexões Elétricas .....	57
10.2.10	Proteção Contra Incêndio.....	57
10.2.11	Condições Operacionais .....	57
<b>10.3</b>	<b>ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-2 .....</b>	<b>58</b>
10.3.1	Finalidade .....	58
10.3.2	Critérios de Projeto.....	59
10.3.3	Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico.....	59
10.3.4	Premissas para Desenvolvimento de Estudos.....	59
10.3.5	Subestação – Situação e Locação.....	60
10.3.6	Subestação Principal.....	62
10.3.7	Medição de Faturamento .....	64
10.3.8	Cabos de Energia, Comando e Controle .....	64
10.3.9	Conexões Elétricas .....	64
10.3.10	Proteção Contra Incêndio.....	65
10.3.11	Condições Operacionais .....	65
<b>11.</b>	<b>SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO .....</b>	<b>67</b>
<b>11.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>67</b>
11.1.1	Telemetria.....	67
11.1.2	Telecomando.....	67
11.1.3	Tele-Supervisão .....	67
11.1.4	Telealarme.....	68
<b>11.2</b>	<b>CONTROLE OPERACIONAL DO SISTEMA .....</b>	<b>68</b>
11.2.1	Geral.....	68
11.2.2	Dados e Premissas .....	68
11.2.3	Critérios .....	68
<b>11.3</b>	<b>AUTOMAÇÃO PROPOSTA .....</b>	<b>68</b>
11.3.1	Estações de Bombeamento .....	68
11.3.2	Interdependência Entre as Estações de Bombeamento.....	70
11.3.3	Automação dos Stand-pipes 1 e 2 .....	70
<b>11.4</b>	<b>SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO PROPOSTO PARA CADA UNIDADE DO SISTEMA ADUTOR CAPIVARA.....</b>	<b>72</b>
11.4.1	Estação de Bombeamento de Captação .....	72
11.4.2	Estação de Bombeamento EB-1/1 .....	72
11.4.3	Estação de Bombeamento EB-1/2 .....	73
11.4.4	Estação de Bombeamento EB-2 .....	73
11.4.5	Stand-pipes 1 e 2 e Poço de Sucção da EB-2, que Recebe Água da Derivação da Adutora de Suprimento de Uiraúna .....	73
<b>11.5</b>	<b>EQUIPAMENTOS PREVISTOS .....</b>	<b>74</b>
<b>11.6</b>	<b>SISTEMA DE COMUNICAÇÕES (DADOS DE VOZ) .....</b>	<b>74</b>
11.6.1	Geral.....	74
11.6.2	Compatibilidade.....	74
11.6.3	Transmissão de Dados .....	74
<b>12.</b>	<b>CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO .....</b>	<b>78</b>
<b>13.</b>	<b>ESTIMATIVA DE CUSTO .....</b>	<b>80</b>

## RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 1.1 – Situação dos Municípios Alvo dos Estudos .....	2
Quadro 1.2 – Populações do Censo Demográfico do IBGE.....	4
Quadro 2.1 – Populações e Vazões Médias dos Municípios e Distrito .....	8
Quadro 2.2 – Vazões Máximas Diárias e Volumes Médios Produzidos dos Municípios e Distrito .....	9
Quadro 2.3 – Populações Atendidas por Chafarizes .....	10
Quadro 2.4 – Vazões Médias dos Chafarizes .....	11
Quadro 4.1 – Dados Básicos dos Quantitativos do Sistema Adutor .....	20
Quadro 4.2 – Características dos Stand-Pipes .....	21
Quadro 4.3 – Características dos TAUs.....	21
Quadro 6.1 – Dados das Estações de Bombeamento do Sistema Adutor Capivara.....	27
Quadro 7.1 – Características dos Reservatórios Existentes e Projetados .....	29
Quadro 8.1 – Principais Características Funcionais das Válvulas de Controle Auto-Operadas.....	32
Quadro 9.1 – Principais Características dos TAUs Previstos.....	34
Quadro 10.1 – Características dos Motores (EB Captação) .....	45
Quadro 10.2 – Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas (EB Captação).....	45
Quadro 10.3 – Resumo da Situação para a Estação Elevatória (EB Captação).....	47
Quadro 10.4 – Características dos Motores (EB-1) .....	53
Quadro 10.5 – Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas (EB-1).....	53
Quadro 10.6 – Resumo da Situação para a Estação Elevatória (EB-1).....	55
Quadro 10.7 – Características dos Motores (EB-2) .....	61
Quadro 10.8 – Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas (EB-2).....	61
Quadro 10.9 – Resumo da Situação para a Estação Elevatória (EB-2).....	62
Quadro 11.1 – Condições de Interdependência entre as Estações de Bombeamento .....	70

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.1 – Mapa de Localização do Sistema Adutor Capivara.....	3
Figura 1.2 – Dados Básicos do Reservatório Capivara (Curva Cota x Área x Volume) .....	5
Figura 4.1 – Custo para as Estações de Bombeamento.....	19
Figura 4.2 – Diâmetros dos Vários Trechos de Recalque do Sistema Adutor.....	20
Figura 9.1 – EB Captação a ETA (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção) .....	35
Figura 9.2 – EB-1/1 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção).....	36
Figura 9.3 – EB-1/1 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Com Proteção) .....	37
Figura 9.4 – EB-1/2 a Uiraúna (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção).....	38
Figura 9.5 – EB-1/2 a Uiraúna (Sobrepressões e Subpressões Com Proteção).....	39
Figura 9.6 – EB-2 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção).....	40
Figura 9.7 – EB-2 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Com Proteção) .....	41
Figura 11.1 – Diagrama Funcional Simplificado de Automação das Estações de Bombeamento .....	71
Figura 11.2 – Sistema de Transmissão de Dados .....	75
Figura 11.3 – Sistema de Comunicação de Voz .....	76



## ***1. Informações Gerais***



## 1. INFORMAÇÕES GERAIS

### 1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O Sistema Adutor Capivara, a ser implantado na parte oeste do Estado da Paraíba, na bacia do rio Piranhas, sub-bacia do rio do Peixe, visa assegurar o suprimento e a distribuição de água para as necessidades humanas dos municípios de Uiraúna, Poço de José de Moura, Vieirópolis, Lastro, São Francisco, Santa Cruz e Distrito de São Pedro.

O empreendimento tem como objetivo o abastecimento humano, tendo sido desenvolvido com os parâmetros de projeto compatíveis com as premissas adotadas pelo PROÁGUA, que visam a racionalização da utilização dos recursos hídricos disponíveis, buscando seu desenvolvimento sustentável.

A análise do sistema existente demonstra o comprometimento em sua capacidade de oferta hídrica, face às limitações dos mananciais que, freqüentemente, nos períodos de estiagem não atendem as demandas para suprimento humano, atingindo algumas vezes o total esvaziamento. Em consequência, torna-se necessário ampliar esta oferta hídrica, de modo a satisfazer as necessidades locais presentes.

### 1.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO

A região objeto dos Estudos do Projeto Básico do Sistema Adutor Capivara está situada na parte oeste do Estado da Paraíba, na bacia do rio Piranhas, sub-bacia Rio do Peixe.

Segundo a divisão territorial adotada pelo IBGE, as localidades beneficiadas estão inseridas na mesorregião do Sertão Paraibano, sendo os municípios de Poço de José de Moura e Uiraúna pertencentes à microrregião de Cajazeiras, e os municípios de Lastro, Santa Cruz, São Francisco e Vieirópolis, pertencentes à microrregião de Souza.

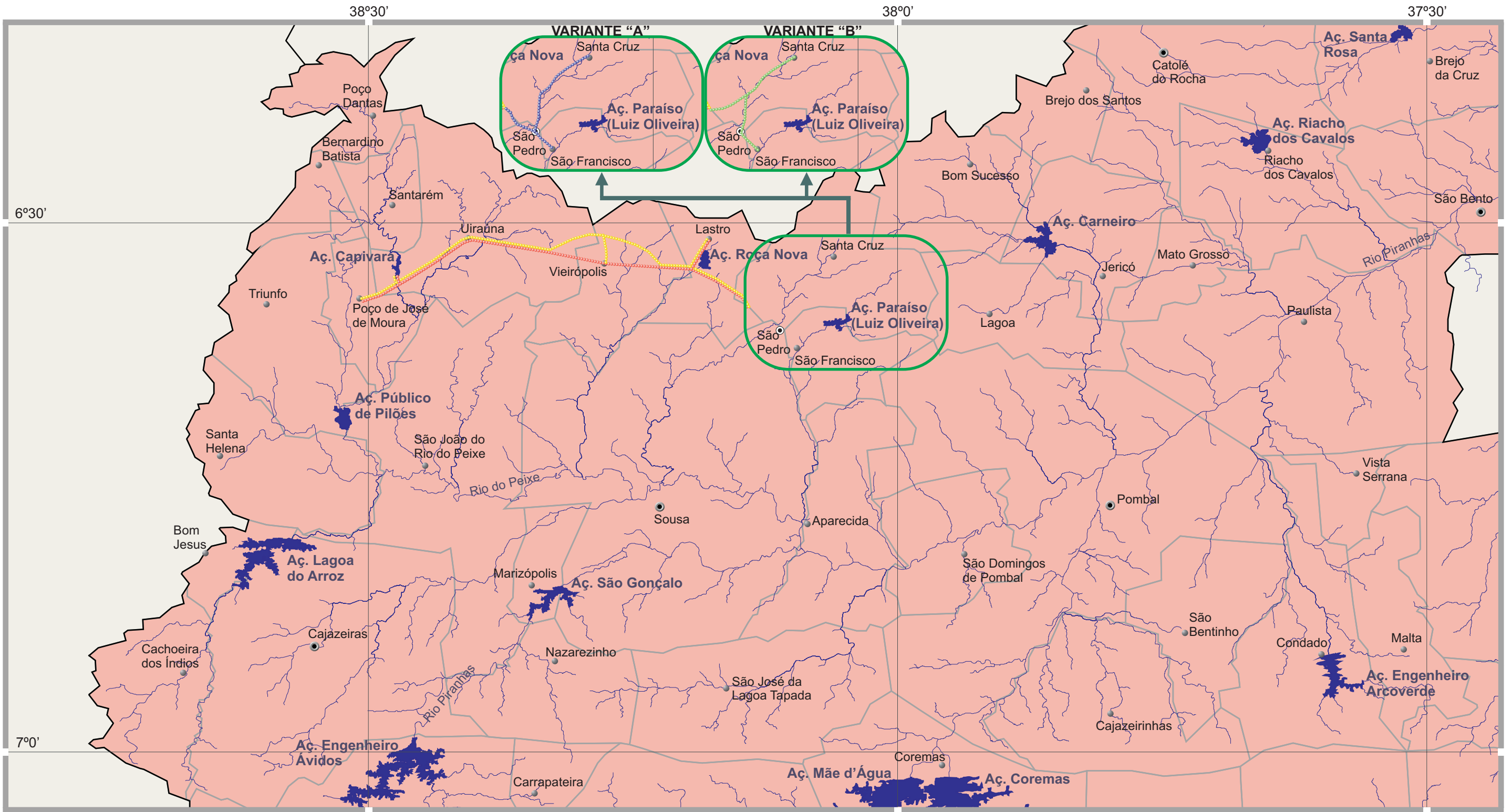
No **Quadro 1.1** é apresentado um resumo da distribuição dos municípios.

**Quadro 1.1 – Situação dos Municípios Alvo dos Estudos**

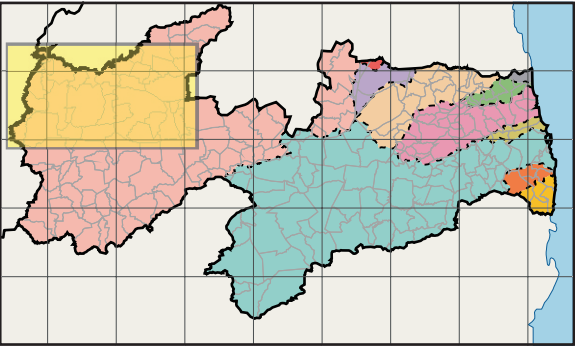
Mesorregião	Microrregião	Município	Área (km²)
Sertão da Paraíba	Cajazeiras	Uiraúna	261,6
		Poço de José de Moura	123,5
	Souza	Lastro	121,5
		Santa Cruz	272,8
		São Francisco	127,2
		Vieirópolis	116,8

Fonte: IBGE e Anuário Estatístico do Estado da Paraíba

Na **Figura 1.1**, apresentada a seguir, tem-se uma idéia da localização da área no contexto do Estado da Paraíba.



Mapa de Referência



Convenções Cartográficas

- Cidades > ou = 20.000 hab.
- Outras Cidades
- Distritos
- Sistema Adutor Capivara (Alternativa 1)
- Sistema Adutor Capivara (Alternativa 2)
- Sistema Adutor Capivara (Variante "A")
- Sistema Adutor Capivara (Variante "B")
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite de Bacias Hidrográficas
- Cursos d'Água Principal
- Açudes

Bacias Hidrográficas

- |            |           |
|------------|-----------|
| Abiaí      | Guaju     |
| Gramame    | Curimataú |
| Paraíba    | Jacu      |
| Miriri     | Trairi    |
| Mamanguape | Piranhas  |
| Camaratuba |           |



As populações de acordo com os censos demográficos do IBGE de 1991, 1996 e 2000 são apresentadas no **Quadro 1.2**.

**Quadro 1.2 – Populações do Censo Demográfico do IBGE**

Municípios	1991		1996		2000	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Uiraúna	8.422	7.111	8.937	5.098	8.946	4.735
Poço de José de Moura	-	-	-	-	994	2.535
Vieirópolis	-	-	-	-	914	3.578
Lastro	759	2.519	929	1.082	1.082	2.036
São Francisco	-	-	-	-	1.047	2.417
Santa Cruz	2.389	5.021	2.603	4.402	2.746	3.725

Fonte: IBGE.

A localidade de São Pedro é distrito do município de Santa Cruz. Sua população atual foi estimada em 730 habitantes quando da visita de campo empreendida ao local.

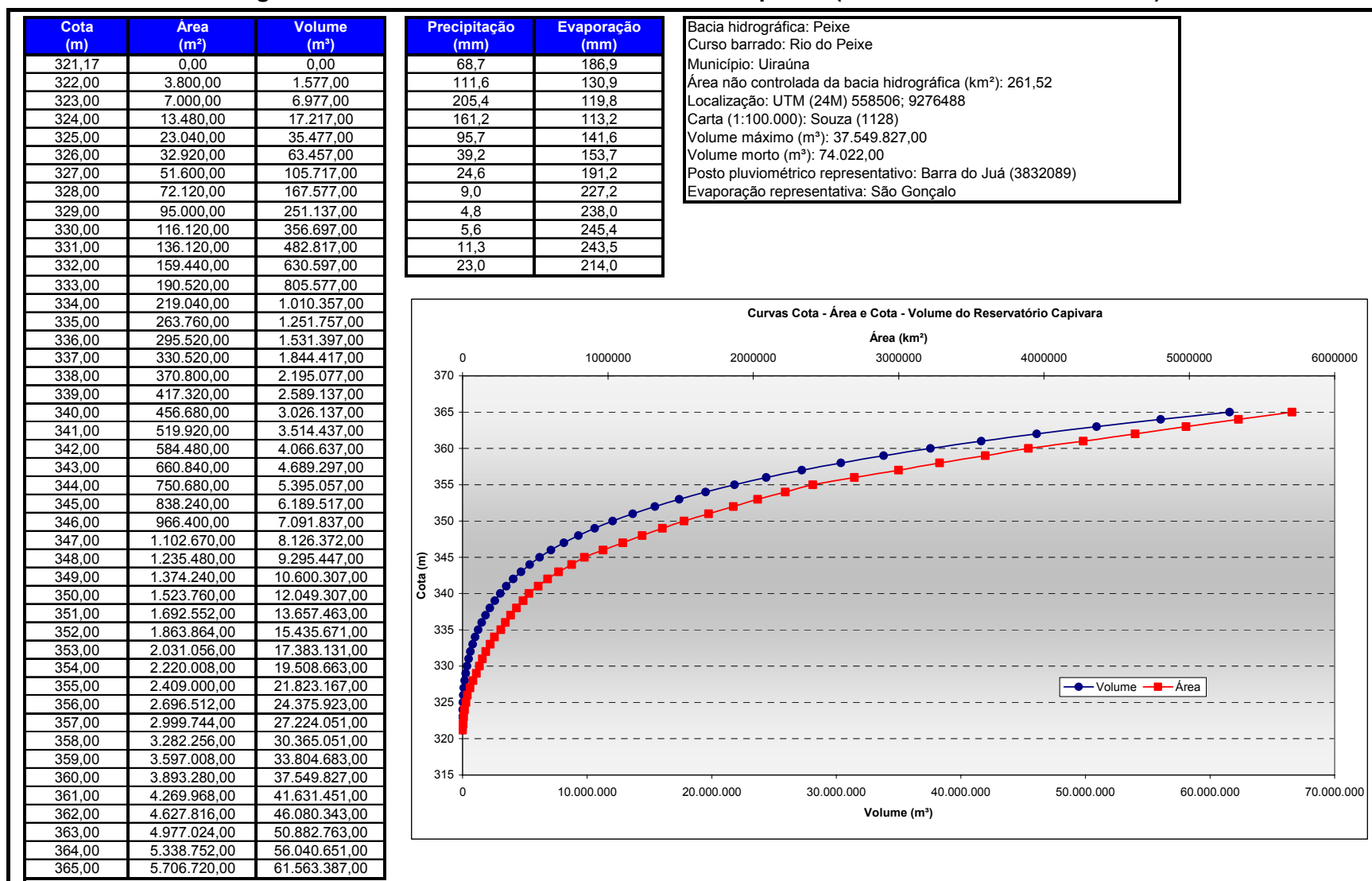
As condições adversas desses municípios/distrito no que tange ao suprimento de água potável indicam a necessidade de implantação de um sistema adutor para conduzir, a partir do açude Capivara, água para suprimento das populações urbanas, através de reservação e rede de distribuição, e parte da população rural, via chafarizes.

O açude Capivara, localizado no município de Uiraúna, oferece uma alternativa possível de abastecimento dos municípios objeto do presente serviço. Com uma capacidade de acumulação de cerca de 38 milhões de m<sup>3</sup>, possui as seguintes vazões regularizáveis para as garantias de 100, 95 e 90%:

- Garantia de 100%: ..... 341,04 l/s;
- Garantia de 95%: ..... 447,26 l/s;
- Garantia de 90%: ..... 516,55 l/s.

Na **Figura 1.2** são apresentados dados básicos do reservatório da barragem Capivara.

**Figura 1.2 – Dados Básicos do Reservatório Capivara (Curva Cota x Área x Volume)**





## ***2. População Alvo do Sistema Adutor***

## 2. POPULAÇÃO ALVO DO SISTEMA ADUTOR

A População Alvo do Sistema Adutor corresponde ao total extrapolado para o ano de alcance do projeto, ou seja, ano 2037 dos municípios de Uiraúna, Poço de José de Moura, Vieirópolis, Lastro, São Francisco e Santa Cruz e do distrito de São Pedro.

Serão também atendidas pelo Sistema Adutor, as populações projetadas para o ano 2037, atendidas por Chafarizes supridos a partir de derivações nas adutoras projetadas entre os seguintes trechos:

- Bifurcação/Poço de José de Moura;
- Uiraúna/Vieirópolis;
- Vieirópolis/Lastro;
- Santa Cruz/São Pedro.

Os **Quadros 2.1 a 2.4** mostram as populações e as vazões que se verificam no período de operação do projeto (2007 a 2037) dos municípios, distrito e chafarizes que serão supridos pelo Sistema Adutor Capivara.

**Quadro 2.1 – Populações e Vazões Médias dos Municípios e Distrito**

Ano	População (hab.)								Vazão Média (l/s)							
	Uiraúna	Poco de José de Moura	Vieirópolis	Lastro	São Pedro	São Francisco	Santa Cruz	Total	Uiraúna	Poco de José de Moura	Vieirópolis	Lastro	São Pedro	São Francisco	Santa Cruz	Total
2006	7.997	1.087	999	1.333	730	1.145	2.682	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	8.052	1.103	1.014	1.353	741	1.162	2.723	16.149	15,10	1,84	1,69	2,26	1,23	1,94	5,67	29,73
2008	8.108	1.120	1.030	1.374	752	1.179	2.766	16.328	15,20	1,87	1,72	2,29	1,25	1,97	5,76	30,05
2009	8.164	1.137	1.045	1.394	763	1.197	2.809	16.509	15,31	1,89	1,74	2,32	1,27	2,00	5,85	30,39
2010	8.220	1.154	1.061	1.415	775	1.215	2.853	16.692	15,41	1,92	1,77	2,36	1,29	2,03	5,94	30,72
2011	8.277	1.171	1.077	1.436	786	1.233	2.897	16.877	15,52	1,95	1,79	2,39	1,31	2,06	6,04	31,06
2012	8.334	1.188	1.093	1.458	798	1.252	2.942	17.065	15,63	1,98	1,82	2,43	1,33	2,09	6,13	31,40
2013	8.391	1.206	1.109	1.480	810	1.271	2.988	17.254	15,73	2,01	1,85	2,47	1,35	2,12	6,22	31,75
2014	8.449	1.224	1.126	1.502	822	1.290	3.034	17.447	15,84	2,04	1,88	2,50	1,37	2,15	6,32	32,10
2015	8.507	1.243	1.143	1.524	835	1.309	3.081	17.641	15,95	2,07	1,90	2,54	1,39	2,18	6,42	32,46
2016	8.565	1.261	1.160	1.547	847	1.329	3.129	17.838	16,06	2,10	1,93	2,58	1,41	2,21	6,52	32,82
2017	8.624	1.280	1.177	1.571	860	1.349	3.177	18.038	16,17	2,13	1,96	2,62	1,43	2,25	6,62	33,18
2018	8.683	1.299	1.195	1.594	873	1.369	3.227	18.240	16,28	2,17	1,99	2,66	1,45	2,28	6,72	33,55
2019	8.743	1.319	1.213	1.618	886	1.389	3.277	18.444	16,39	2,20	2,02	2,70	1,48	2,32	6,83	33,93
2020	8.803	1.339	1.231	1.642	899	1.410	3.327	18.652	16,51	2,23	2,05	2,74	1,50	2,35	6,93	34,31
2021	8.863	1.359	1.249	1.667	913	1.431	3.379	18.861	16,62	2,26	2,08	2,78	1,52	2,39	7,04	34,69
2022	8.924	1.379	1.268	1.692	926	1.453	3.431	19.073	16,73	2,30	2,11	2,82	1,54	2,42	7,15	35,08
2023	8.985	1.400	1.287	1.717	940	1.475	3.484	19.288	16,85	2,33	2,15	2,86	1,57	2,46	7,26	35,47
2024	9.047	1.421	1.307	1.743	954	1.497	3.538	19.506	16,96	2,37	2,18	2,91	1,59	2,49	7,37	35,87
2025	9.109	1.442	1.326	1.769	969	1.519	3.592	19.726	17,08	2,40	2,21	2,95	1,61	2,53	7,48	36,27
2026	9.171	1.464	1.346	1.796	983	1.542	3.648	19.950	17,20	2,44	2,24	2,99	1,64	2,57	7,60	36,68
2027	9.234	1.486	1.366	1.823	998	1.565	3.704	20.175	17,31	2,48	2,28	3,04	1,66	2,61	7,72	37,09
2028	9.297	1.508	1.387	1.850	1.013	1.589	3.761	20.404	17,43	2,51	2,31	3,08	1,69	2,65	7,84	37,51
2029	9.360	1.531	1.408	1.878	1.028	1.612	3.819	20.636	17,55	2,55	2,35	3,13	1,71	2,69	7,96	37,93
2030	9.424	1.554	1.429	1.906	1.044	1.637	3.878	20.870	17,67	2,59	2,38	3,18	1,74	2,73	8,08	38,36
2031	9.488	1.577	1.450	1.934	1.059	1.661	3.938	21.108	17,79	2,63	2,42	3,22	1,77	2,77	8,20	38,80
2032	9.553	1.601	1.472	1.963	1.075	1.686	3.998	21.349	17,91	2,67	2,45	3,27	1,79	2,81	8,33	39,24
2033	9.618	1.625	1.494	1.993	1.091	1.711	4.060	21.592	18,03	2,71	2,49	3,32	1,82	2,85	8,46	39,68
2034	9.684	1.649	1.516	2.023	1.108	1.737	4.122	21.839	18,16	2,75	2,53	3,37	1,85	2,89	8,59	40,13
2035	9.750	1.674	1.539	2.053	1.124	1.763	4.185	22.088	18,28	2,79	2,57	3,42	1,87	2,94	8,72	40,59
2036	9.816	1.699	1.562	2.084	1.141	1.789	4.250	22.341	18,41	2,83	2,60	3,47	1,90	2,98	8,85	41,05
2037	9.883	1.724	1.586	2.115	1.158	1.816	4.315	22.598	18,53	2,87	2,64	3,53	1,93	3,03	8,99	41,52



**Quadro 2.2 – Vazões Máximas Diárias e Volumes Médios Produzidos dos Municípios e Distrito**

Ano	Vazão Máxima Diária (l/s)								Volume Médio Produzido (m³/ano)							
	Uiraúna	Poco de José de Moura	Vieirópolis	Lastro	São Pedro	São Francisco	Santa Cruz	Total	Uiraúna	Poco de José de Moura	Vieirópolis	Lastro	São Pedro	São Francisco	Santa Cruz	Total
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	18,12	2,21	2,03	2,71	1,48	2,32	6,81	35,67	396.765	48.320	44.431	59.272	32.454	50.896	149.106	781.243
2008	18,24	2,24	2,06	2,75	1,50	2,36	6,91	36,07	399.504	49.044	45.097	60.162	32.940	51.659	151.428	789.834
2009	18,37	2,27	2,09	2,79	1,53	2,39	7,02	36,46	402.260	49.780	45.774	61.064	33.435	52.434	153.785	798.531
2010	18,49	2,31	2,12	2,83	1,55	2,43	7,13	36,86	405.034	50.527	46.460	61.980	33.936	53.221	156.177	807.334
2011	18,62	2,34	2,15	2,87	1,57	2,47	7,24	37,27	407.825	51.285	47.157	62.910	34.445	54.019	158.605	816.245
2012	18,75	2,38	2,19	2,92	1,60	2,50	7,35	37,68	410.634	52.054	47.864	63.853	34.962	54.829	161.069	825.267
2013	18,88	2,41	2,22	2,96	1,62	2,54	7,47	38,10	413.462	52.835	48.582	64.811	35.486	55.652	163.571	834.399
2014	19,01	2,45	2,25	3,00	1,64	2,58	7,58	38,52	416.307	53.627	49.311	65.783	36.018	56.487	166.110	843.644
2015	19,14	2,49	2,29	3,05	1,67	2,62	7,70	38,95	419.171	54.432	50.051	66.770	36.559	57.334	168.688	853.003
2016	19,27	2,52	2,32	3,09	1,69	2,66	7,82	39,38	422.052	55.248	50.802	67.772	37.107	58.194	171.304	862.478
2017	19,40	2,56	2,35	3,14	1,72	2,70	7,94	39,82	424.952	56.077	51.564	68.788	37.664	59.067	173.959	872.071
2018	19,54	2,60	2,39	3,19	1,75	2,74	8,07	40,26	427.871	56.918	52.337	69.820	38.229	59.953	176.654	881.782
2019	19,67	2,64	2,43	3,24	1,77	2,78	8,19	40,71	430.808	57.772	53.122	70.867	38.802	60.852	179.390	891.613
2020	19,81	2,68	2,46	3,28	1,80	2,82	8,32	41,17	433.764	58.638	53.919	71.930	39.384	61.765	182.166	901.567
2021	19,94	2,72	2,50	3,33	1,83	2,86	8,45	41,63	436.739	59.518	54.728	73.009	39.975	62.691	184.984	911.644
2022	20,08	2,76	2,54	3,38	1,85	2,91	8,58	42,09	439.732	60.411	55.549	74.104	40.575	63.632	187.844	921.847
2023	20,22	2,80	2,57	3,43	1,88	2,95	8,71	42,57	442.745	61.317	56.382	75.216	41.183	64.586	190.747	932.176
2024	20,36	2,84	2,61	3,49	1,91	2,99	8,84	43,04	445.777	62.237	57.228	76.344	41.801	65.555	193.694	942.635
2025	20,49	2,88	2,65	3,54	1,94	3,04	8,98	43,53	448.828	63.170	58.086	77.489	42.428	66.538	196.684	953.224
2026	20,63	2,93	2,69	3,59	1,97	3,08	9,12	44,02	451.898	64.118	58.957	78.652	43.064	67.536	199.719	963.945
2027	20,78	2,97	2,73	3,65	2,00	3,13	9,26	44,51	454.988	65.079	59.842	79.831	43.710	68.549	202.799	974.800
2028	20,92	3,02	2,77	3,70	2,03	3,18	9,40	45,01	458.098	66.056	60.739	81.029	44.366	69.578	205.926	985.791
2029	21,06	3,06	2,82	3,76	2,06	3,22	9,55	45,52	461.227	67.046	61.650	82.244	45.031	70.621	209.099	996.919
2030	21,20	3,11	2,86	3,81	2,09	3,27	9,69	46,04	464.376	68.052	62.575	83.478	45.707	71.681	212.319	1.008.187
2031	21,35	3,15	2,90	3,87	2,12	3,32	9,84	46,56	467.545	69.073	63.514	84.730	46.393	72.756	215.587	1.019.597
2032	21,49	3,20	2,94	3,93	2,15	3,37	10,00	47,08	470.733	70.109	64.466	86.001	47.088	73.847	218.904	1.031.150
2033	21,64	3,25	2,99	3,99	2,18	3,42	10,15	47,62	473.943	71.161	65.433	87.291	47.795	74.955	222.270	1.042.848
2034	21,79	3,30	3,03	4,05	2,22	3,47	10,31	48,16	477.172	72.228	66.415	88.601	48.512	76.079	225.686	1.054.693
2035	21,94	3,35	3,08	4,11	2,25	3,53	10,46	48,71	480.422	73.311	67.411	89.930	49.239	77.220	229.154	1.066.687
2036	22,09	3,40	3,12	4,17	2,28	3,58	10,62	49,26	483.692	74.411	68.422	91.278	49.978	78.379	232.672	1.078.833
2037	22,24	3,45	3,17	4,23	2,32	3,63	10,79	49,82	486.983	75.527	69.449	92.648	50.728	79.554	236.243	1.091.132





Quadro 2.3 – Populações Atendidas por Chafarizes

Ano	População (hab.)																
	Bifurcação / P. J. Moura		Uiraúna / Vieirópolis				Vieirópolis / Lastro				Santa Cruz / São Pedro						Total
	Comunidade 1	Comunidade 2	Quixaba de Baixo	Quixaba de Cima	Madeiro	Moreria	Umburana	Mariano	Barra	Algodões	Timbaúba	Tigre	Tirada	Carnaubinha	Pov. de Santana de Baixo	Sítio Agreste	
2006	40	20	400	320	80	80	40	400	40	80	80	440	200	200	160	200	2.780
2007	40	20	404	323	81	81	40	404	40	81	81	444	202	202	162	202	2.808
2008	41	20	408	326	82	82	41	408	41	82	82	449	204	204	163	204	2.836
2009	41	21	412	330	82	82	41	412	41	82	82	453	206	206	165	206	2.864
2010	42	21	416	333	83	83	42	416	42	83	83	458	208	208	166	208	2.893
2011	42	21	420	336	84	84	42	420	42	84	84	462	210	210	168	210	2.922
2012	42	21	425	340	85	85	42	425	42	85	85	467	212	212	170	212	2.951
2013	43	21	429	343	86	86	43	429	43	86	86	472	214	214	172	214	2.981
2014	43	22	433	347	87	87	43	433	43	87	87	476	217	217	173	217	3.010
2015	44	22	437	350	87	87	44	437	44	87	87	481	219	219	175	219	3.040
2016	44	22	442	353	88	88	44	442	44	88	88	486	221	221	177	221	3.071
2017	45	22	446	357	89	89	45	446	45	89	89	491	223	223	179	223	3.102
2018	45	23	451	361	90	90	45	451	45	90	90	496	225	225	180	225	3.133
2019	46	23	455	364	91	91	46	455	46	91	91	501	228	228	182	228	3.164
2020	46	23	460	368	92	92	46	460	46	92	92	506	230	230	184	230	3.196
2021	46	23	464	372	93	93	46	464	46	93	93	511	232	232	186	232	3.227
2022	47	23	469	375	94	94	47	469	47	94	94	516	235	235	188	235	3.260
2023	47	24	474	379	95	95	47	474	47	95	95	521	237	237	189	237	3.292
2024	48	24	478	383	96	96	48	478	48	96	96	526	239	239	191	239	3.325
2025	48	24	483	387	97	97	48	483	48	97	97	532	242	242	193	242	3.359
2026	49	24	488	390	98	98	49	488	49	98	98	537	244	244	195	244	3.392
2027	49	25	493	394	99	99	49	493	49	99	99	542	246	246	197	246	3.426
2028	50	25	498	398	100	100	50	498	50	100	100	548	249	249	199	249	3.460
2029	50	25	503	402	101	101	50	503	50	101	101	553	251	251	201	251	3.495
2030	51	25	508	406	102	102	51	508	51	102	102	559	254	254	203	254	3.530
2031	51	26	513	410	103	103	51	513	51	103	103	564	256	256	205	256	3.565
2032	52	26	518	414	104	104	52	518	52	104	104	570	259	259	207	259	3.601
2033	52	26	523	419	105	105	52	523	52	105	105	576	262	262	209	262	3.637
2034	53	26	529	423	106	106	53	529	53	106	106	581	264	264	211	264	3.673
2035	53	27	534	427	107	107	53	534	53	107	107	587	267	267	214	267	3.710
2036	54	27	539	431	108	108	54	539	54	108	108	593	270	270	216	270	3.747
2037	54	27	545	436	109	109	54	545	54	109	109	599	272	272	218	272	3.784

**Quadro 2.4 – Vazões Médias dos Chafarizes**

Ano	Vazão Média (l/s)																	
	Bifurcação / P. J. Moura		Uiraúna / Vieirópolis				Vieirópolis / Lastro				Santa Cruz / São Pedro							Total
	Comunidade 1	Comunidade 2	Quixaba de Baixo	Quixaba de Cima	Madeiro	Moreria	Umburana	Mariano	Barra	Algodões	Timbaúba	Tigre	Tirada	Carnaubinha	Pov. de Santana de Baixo	Sítio Agreste		
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2007	0,03	0,02	0,34	0,27	0,07	0,07	0,03	0,34	0,03	0,07	0,07	0,37	0,17	0,17	0,13	0,17	2,34	
2008	0,03	0,02	0,34	0,27	0,07	0,07	0,03	0,34	0,03	0,07	0,07	0,37	0,17	0,17	0,14	0,17	2,36	
2009	0,03	0,02	0,34	0,27	0,07	0,07	0,03	0,34	0,03	0,07	0,07	0,38	0,17	0,17	0,14	0,17	2,39	
2010	0,03	0,02	0,35	0,28	0,07	0,07	0,03	0,35	0,03	0,07	0,07	0,38	0,17	0,17	0,14	0,17	2,41	
2011	0,04	0,02	0,35	0,28	0,07	0,07	0,04	0,35	0,04	0,07	0,07	0,39	0,18	0,18	0,14	0,18	2,43	
2012	0,04	0,02	0,35	0,28	0,07	0,07	0,04	0,35	0,04	0,07	0,07	0,39	0,18	0,18	0,14	0,18	2,46	
2013	0,04	0,02	0,36	0,29	0,07	0,07	0,04	0,36	0,04	0,07	0,07	0,39	0,18	0,18	0,14	0,18	2,48	
2014	0,04	0,02	0,36	0,29	0,07	0,07	0,04	0,36	0,04	0,07	0,07	0,40	0,18	0,18	0,14	0,18	2,51	
2015	0,04	0,02	0,36	0,29	0,07	0,07	0,04	0,36	0,04	0,07	0,07	0,40	0,18	0,18	0,15	0,18	2,53	
2016	0,04	0,02	0,37	0,29	0,07	0,07	0,04	0,37	0,04	0,07	0,07	0,41	0,18	0,18	0,15	0,18	2,56	
2017	0,04	0,02	0,37	0,30	0,07	0,07	0,04	0,37	0,04	0,07	0,07	0,41	0,19	0,19	0,15	0,19	2,58	
2018	0,04	0,02	0,38	0,30	0,08	0,08	0,04	0,38	0,04	0,08	0,08	0,41	0,19	0,19	0,15	0,19	2,61	
2019	0,04	0,02	0,38	0,30	0,08	0,08	0,04	0,38	0,04	0,08	0,08	0,42	0,19	0,19	0,15	0,19	2,64	
2020	0,04	0,02	0,38	0,31	0,08	0,08	0,04	0,38	0,04	0,08	0,08	0,42	0,19	0,19	0,15	0,19	2,66	
2021	0,04	0,02	0,39	0,31	0,08	0,08	0,04	0,39	0,04	0,08	0,08	0,43	0,19	0,19	0,15	0,19	2,69	
2022	0,04	0,02	0,39	0,31	0,08	0,08	0,04	0,39	0,04	0,08	0,08	0,43	0,20	0,20	0,16	0,20	2,72	
2023	0,04	0,02	0,39	0,32	0,08	0,08	0,04	0,39	0,04	0,08	0,08	0,43	0,20	0,20	0,16	0,20	2,74	
2024	0,04	0,02	0,40	0,32	0,08	0,08	0,04	0,40	0,04	0,08	0,08	0,44	0,20	0,20	0,16	0,20	2,77	
2025	0,04	0,02	0,40	0,32	0,08	0,08	0,04	0,40	0,04	0,08	0,08	0,44	0,20	0,20	0,16	0,20	2,80	
2026	0,04	0,02	0,41	0,33	0,08	0,08	0,04	0,41	0,04	0,08	0,08	0,45	0,20	0,20	0,16	0,20	2,83	
2027	0,04	0,02	0,41	0,33	0,08	0,08	0,04	0,41	0,04	0,08	0,08	0,45	0,21	0,21	0,16	0,21	2,86	
2028	0,04	0,02	0,41	0,33	0,08	0,08	0,04	0,41	0,04	0,08	0,08	0,46	0,21	0,21	0,17	0,21	2,88	
2029	0,04	0,02	0,42	0,34	0,08	0,08	0,04	0,42	0,04	0,08	0,08	0,46	0,21	0,21	0,17	0,21	2,91	
2030	0,04	0,02	0,42	0,34	0,08	0,08	0,04	0,42	0,04	0,08	0,08	0,47	0,21	0,21	0,17	0,21	2,94	
2031	0,04	0,02	0,43	0,34	0,09	0,09	0,04	0,43	0,04	0,09	0,09	0,47	0,21	0,21	0,17	0,21	2,97	
2032	0,04	0,02	0,43	0,35	0,09	0,09	0,04	0,43	0,04	0,09	0,09	0,47	0,22	0,22	0,17	0,22	3,00	
2033	0,04	0,02	0,44	0,35	0,09	0,09	0,04	0,44	0,04	0,09	0,09	0,48	0,22	0,22	0,17	0,22	3,03	
2034	0,04	0,02	0,44	0,35	0,09	0,09	0,04	0,44	0,04	0,09	0,09	0,48	0,22	0,22	0,18	0,22	3,06	
2035	0,04	0,02	0,44	0,36	0,09	0,09	0,04	0,44	0,04	0,09	0,09	0,49	0,22	0,22	0,18	0,22	3,09	
2036	0,04	0,02	0,45	0,36	0,09	0,09	0,04	0,45	0,04	0,09	0,09	0,49	0,22	0,22	0,18	0,22	3,12	
2037	0,05	0,02	0,45	0,36	0,09	0,09	0,05	0,45	0,05	0,09	0,09	0,50	0,23	0,23	0,18	0,23	3,15	



### ***3. Concepção do Sistema Proposto***

### 3. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

O Sistema Adutor Capivara visa o suprimento de Água Tratada para as cidades de Uiraúna, Poço de José de Moura, Vieirópolis, Lastro, São Francisco e Santa Cruz, do distrito de São Pedro e 16 (dezesesseis) chafarizes.

A concepção idealizada para o Sistema Adutor Capivara, na Fase de Estudos Preliminares, prevê o suprimento, a partir da barragem Capivara, por gravidade, a uma estação de tratamento de água, e bombeamentos subseqüentes para abastecimento dos reservatórios de distribuição das cidades e distritos enumerados anteriormente, além dos chafarizes.

Em linhas gerais, a alternativa escolhida, Alternativa 1, Variante “B”, por apresentar os menores custos de investimento, possui as seguintes unidades:

- **Tomada de Água** no reservatório da barragem Capivara através de conexão à tubulação existente instalada a jusante do maciço da barragem (adjacente à válvula dispersora);
- **Adução** por gravidade da barragem até a entrada da estação de tratamento de água. Nesta tubulação foi concebida para serem instaladas, em seqüência, válvula redutora de pressão, limitadora de vazão e medidor de vazão;
- **Estação de Tratamento de Água (ETA)**, convencional, pré-fabricada, dotada de mistura rápida, floculadores mecanizados, decantador tubular e filtros rápidos autolaváveis;
- **Sistema Adutor**, constituído de trechos por recalque/gravidade.

Após o levantamento topográfico, efetuado em área localizada a jusante da Barragem Capivara, constatou-se a necessidade de se criar uma Estação de Bombeamento, denominada de EB Captação, que promoverá a elevação mecânica da água do reservatório da Barragem Capivara quando o reservatório apresentar níveis de água inferiores à cota 354,00m.

Os níveis d'água extremos do reservatório de Capivara se situam nas seguintes cotas:

- Nível d'Água Mínimo: ..... 332,30 m;
- Nível d'Água Máximo: ..... 365,83 m.

Os níveis de água extremos da operação por gravidade, são:

- $NA_{mín}$ : ..... 354,05 m;
- $NA_{máx}$ : ..... 365,83 m.

Os níveis de água extremos da operação por recalque, são:

- $NA_{mín}$ : ..... 332,30 m;
- $NA_{máx}$ : ..... 354,05 m.

Quando os níveis d'água do reservatório estiverem acima de 354,05 m, não há necessidade do funcionamento da estação de bombeamento; assim, a adução será feita por gravidade.

Quando os níveis d'água do reservatório estiverem compreendidos entre as cotas 354,05 m e 332,30 m, haverá necessidade de bombeamento; para tanto, deve-se abrir o registro de gaveta situado a montante da entrada do barrilete de sucção da estação de bombeamento.

A montante desta estação de bombeamento, previu-se uma Estrutura de Controle dotada de válvula redutora de pressão e limitadora de vazão, em função da variação de nível d'água do reservatório, de forma a propiciar uma operação estável das bombas da EB Captação. Esta válvula também deverá operar na situação de adução por gravidade.

A concepção do Sistema Proposto prevê as seguintes obras:

- (a) **Tomada de Água:** no reservatório da barragem Capivara através de conexão à tubulação existente através de ampliação 250 mm x 300 mm.
- (b) **Adutora de Água Bruta de Interligação da Tomada de Água à Estação de Bombeamento de Captação:** com extensão aproximada de 65 m, diâmetro de 300 mm em PVC Vinilfer.
- (c) **Estação de Bombeamento de Captação:** estrutura de concreto dotada de 04 (quatro) conjuntos moto-bombas efetivas e uma de reserva.

Foi concebida de forma a promover a elevação mecânica das águas provenientes do reservatório da barragem Capivara.

Será garantida uma pressão mínima de sucção de cerca de 1,0 m em qualquer circunstância de ocorrência de nível d'água do reservatório.

- (d) **Adutora de Recalque/Gravidade:** situada no trecho compreendido entre a Estação de Bombeamento de Captação e a Calha Parshall instalada na entrada da Estação de Tratamento de Água (ETA).

Esta linha que funcionará ora por recalque, ora por gravidade, possui as seguintes características:

- Extensão aproximada de 133 m;
- Diâmetro de 300 mm, em PVC Vinilfer;

Os conjuntos moto-bombas instalados na EB Captação possuem as seguintes características operacionais:

- Vazão: ..... 13,908 l/s;
- Altura Manométrica Máxima: ..... 24,14 m;
- Potência de Cada Unidade: ..... 10 cv;
- Potência Total: ..... 40 cv.

- (e) **Estação de Tratamento de Água (ETA):** do tipo convencional completa, dotada de câmara de mistura rápida (calha Parshall), floculadores hidráulicos, decantadores de alta taxa e filtros rápidos.

São previstos as seguintes unidades:

- Câmara de Mistura Rápida: .....01;
- Floculadores Hidráulicos: .....04;
- Decantadores:.....04;
- Filtros:.....10.

Os efluentes caracterizados pelo lodo formado nos decantadores e pela água de lavagem das unidades, serão conduzidos a duas lagoas de lodo que foram concebidas para funcionamento alternado, ao longo de cerca de 7 (sete) anos de operação do sistema.

Antes do lançamento desses efluentes nas lagoas, foi previsto um dissipador de impacto para fazer face a energia adquirida pelo escoamento dos efluentes da ETA, conduzidos por um emissário, devido ao desnível que se verifica entre a ETA e as Lagoas (cerca de 8 m).

**(f) Lagoas de Lodo:** 02 (duas) unidades conformadas por escavação e aterro do terreno, de forma geométrica tronco piramidal, com as seguintes dimensões:

- Base: ..... implantada na cota 337,50 m;
- Topo: ..... implantada na cota 340,00 m;
- Dimensões:
  - Base: ..... 30,15 m;
  - Topo: ..... 40,15 m;
  - Altura Total: ..... 2,50 m;
  - Altura Líquida:..... 2,00 m.

**(g) Casa de Química:** com o objetivo de possibilitar a aplicação e controle dos produtos químicos previstos, a análise das águas tratadas e a estocagem dos produtos químicos, foi prevista uma obra civil de um único pavimento, composta dos seguintes compartimentos:

- *Sala de Química*, onde estarão situados os tanques de preparação de dosagens de sulfato de alumínio, carbonato de cálcio e fluoreto de sódio e a estocagem dos sacos de produtos químicos;
- *Sala de Administração e Controle*, onde será instalado o sistema de controle operacional do sistema adutor, composta dos seguintes elementos:
- *Laboratório*;
- *Banheiro*;
- *Sala de Depósito de Cilindro de Cloro*;
- *Sala de Cloração*.

**(h) Estação de Bombeamento EB-1:** esta Estação de Bombeamento abriga em uma mesma obra civil conjuntos moto-bombas independentes para suprimento de dois sistemas adutores: um para Poço de José de Moura e outro para Uiraúna. Seu poço de sucção possui autonomia de 1 (uma) hora de operação, recebendo água tratada proveniente da ETA. Na linha adutora de recalque, correspondente ao

bombeamento para Uiraúna, será feita a derivação para suprimento do poço de sucção da EB-2.

Os conjuntos moto-bombas a serem instalados na EB-1 possuem as seguintes características operacionais:

- EB 1/1 – Suprimento para Poço de José de Moura (bombeamento para o Stand-Pipe 1):
  - Vazão: ..... 3,52 l/s;
  - Altura Manométrica Máxima:..... 41,47 m.c.a;
  - Potência (cada unidade): ..... 7,5 cv;
  - Potência Total:..... 7,5 cv.
- Estação de Bombeamento EB-1/2 – Suprimento do Reservatório de Uiraúna e Derivação para Poço de Sucção da EB-2:
  - Vazão (por bomba): ..... 24,74 l/s;
  - Vazão Total:..... 49,48 l/s;
  - Altura Manométrica Máxima:..... 51.70 m;
  - Potência (cada unidade): ..... 40 cv;
  - Potência Total:..... 80 cv.

(i) **Estação de Bombeamento EB-2:** Estação de Bombeamento intermediária suprida pela EB-1/2, bombeia para o Stand-pipe 2, de onde, por gravidade, as águas serão conduzidas aos reservatórios das demais cidades beneficiárias do Sistema Adutor.

Possui as seguintes características operacionais:

- Vazão Total:..... 27,23 l/s;
- Vazão (por bomba): ..... 13,62 l/s;
- Altura Manométrica Máxima:... 106,00 m.c.a;
- Potência (cada unidade): ..... 40 cv;
- Potência Total:..... 80 cv.



## ***4. Características do Sistema Adutor***



## 4. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ADUTOR

A vazão de projeto do Sistema Adutor Capivara, é de 52,99 l/s, correspondente a uma vazão de tratamento de cerca de 55,64 l/s = 4.006,1 m³/dia (operação de 20 horas no ano de alcance do projeto acrescida de 5% por perdas na ETA).

### 4.1 DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DOS TRECHOS DO SISTEMA ADUTOR

#### 4.1.1 Critérios Utilizados

Foi utilizada a seguinte formulação para a determinação da perda de carga na adutora: fórmula de Colebrook-White em conjunto com a fórmula universal de perda de carga de Darcy-Weisbach, conforme abaixo demonstrado:

Formula de Colebrook-White: 
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{R\sqrt{f}} \right)$$

Formula de Darcy-Weisbach: 
$$H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Onde: f - fator de atrito;

k - Rugosidade do tubo (mm) = 0,2;

R - Número de Reynolds;

L - Comprimento (m);

V - Velocidade de escoamento (m/s);

D - Diâmetro (m);

g - Aceleração da gravidade = 9,81 m/s².

#### 4.1.2 Metodologia

Utilizou-se o método do estudo econômico para a determinação do diâmetro correspondente ao menor custo total (energia + investimento).

Para operacionalizar o método econômico, são realizadas simulações com vários diâmetros e computados os custos com investimento ao longo de 20 anos de vida útil de projeto, para cada diâmetro simulado.

O procedimento consiste no traçado de um gráfico onde o diâmetro corresponde ao eixo das abscissas e o custo encontra-se no eixo das ordenadas. Em um mesmo sistema três gráficos são traçados para cada segmento adutor:

- Diâmetro x custo da tubulação;
- Diâmetro x custo da energia + estação elevatória;
- Diâmetro x custo total.

Este último gráfico apresenta sempre um ponto mínimo que é exatamente a combinação econômica procurada.

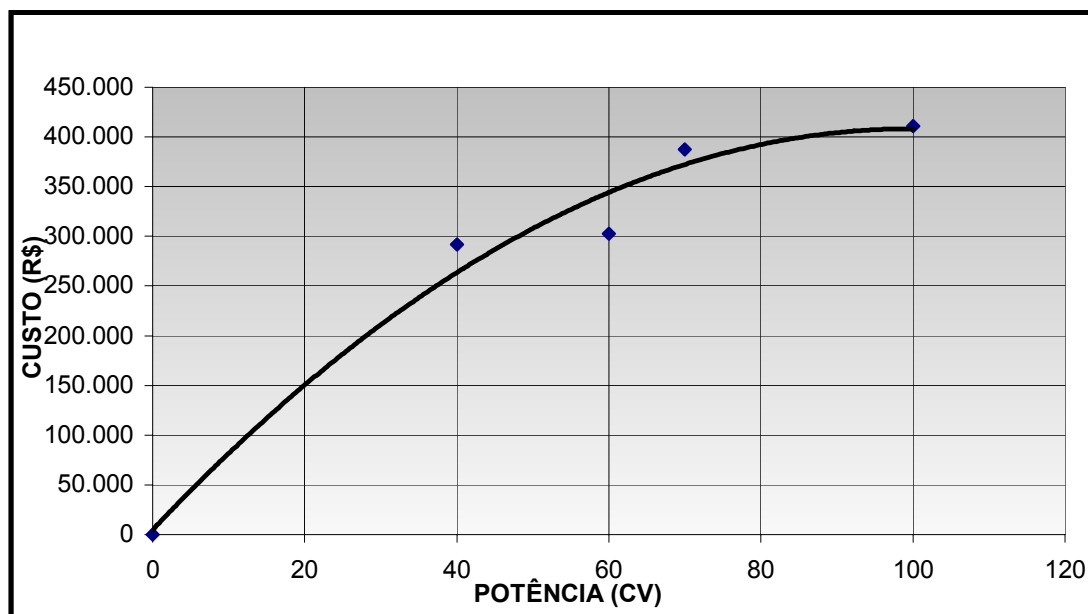
#### 4.1.2.1 Determinação dos Custos de Investimento Inicial com Tubulação

Para a determinação do investimento inicial com tubulações, foram coletados preços de mercado de tubos de vários materiais e classes de pressão, considerando também os custos de transportes e assentamento.

#### 4.1.2.2 Determinação dos Custos das Estações de Bombeamento

Para a determinação dos custos das elevatórias foram utilizadas curvas de custo versus potências instaladas de várias elevatórias recentemente projetadas/implantadas pela projetista, com potência instalada até 100 cv. A **Figura 4.1** apresenta a equação desenvolvida com este banco de dados, utilizadas para a determinação do custo das estações de bombeamento na simulação econômica.

**Figura 4.1 – Custo para as Estações de Bombeamento**



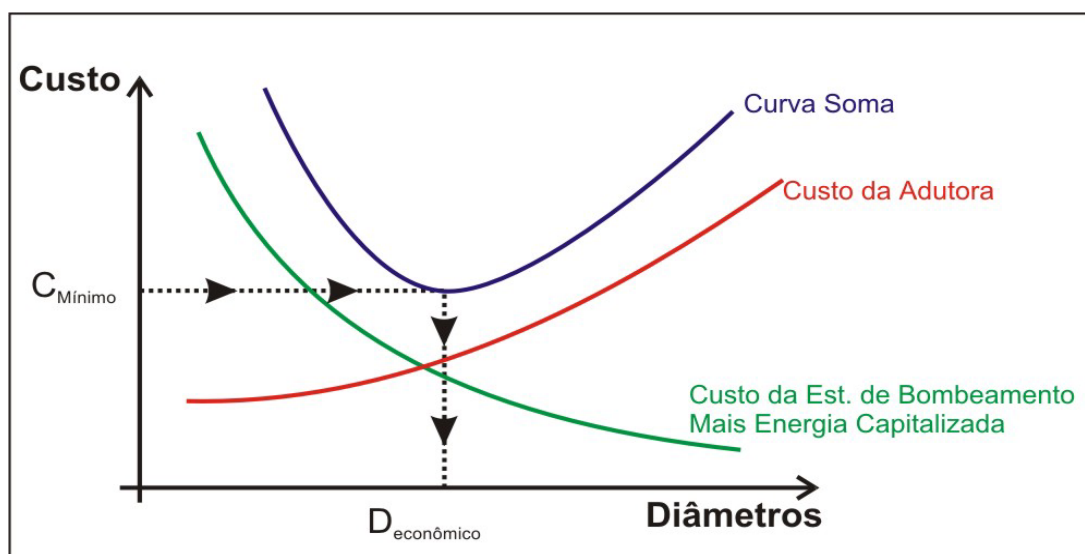
#### 4.1.2.3 Determinação dos Custos de Energia

Os custos de energia foram determinados com base nas tarifas horo-sazonais obtidas na ANEEL, segundo resolução n° 218 de 27/08/2004. Esses custos se referem aos preços de consumo de energia em R\$ kW x h, no período de ponta seca e úmida, e fora da ponta seca e úmida, considerando também o custo da demanda fora da ponta em R\$ kW/mês.

Para a determinação do custo de consumo considera-se a evolução da demanda ao longo dos 20 anos de vida útil do projeto.

Conforme exposto acima, os diâmetros dos vários trechos de recalque do Sistema Adutor foram definidos a partir da determinação do custo mínimo, conforme ilustrado na **Figura 4.2**.

**Figura 4.2 – Diâmetros dos Vários Trechos de Recalque do Sistema Adutor**



Os diâmetros dos trechos gravitários foram determinados de modo a se atender a demanda em função da pressão disponível. Esta pressão é dada pela altura do reservatório, no caso de ramal gravitário, ou pressão dinâmica no ponto de derivação, em caso de ramal para localidades situadas ao longo da adutora.

## 4.2 DADOS BÁSICOS DOS QUANTITATIVOS DO SISTEMA ADUTOR

O **Quadro 4.1** apresenta os diâmetros e as extensões dos vários trechos das adutoras do Sistema Adutor Capivara.

**Quadro 4.1 – Dados Básicos dos Quantitativos do Sistema Adutor**

Trecho	Material	Diametro (mm)	Extensão (m)
EB de Captação a ETA	PVC VINILFER	300	133
EB-1/1 a Stand-Pipe 1	PVC VINILFER	100	4.505
Stand-Pipe 1 a Reservatório de P.J. de Moura	PVC VINILFER	100	4.509
EB-2 a Uiraúna	PVC VINILFER	300	6.999
		200	1.587
Derivação para EB-2	PVC VINILFER	250	7.400
EB-2 a Stand-Pipe 2	RPVC/PVC VINILFER	200	5.280
Stand-Pipe 2 a Res.de Santa Cruz	RPVC/PVC VINILFER	200	38.587
Derivação para Lastro	PVC VINILFER	150	4.295
Derivação para S. Francisco	RPVC	100	6.645
Derivação para S. Pedro	RPVC	100	1.635
Derivação para Vieirópolis	RPVC	100	50
<b>TOTAL</b>			<b>81.625</b>

Ao longo do Sistema Adutor, foram previstos 02 (dois) Stand-Pipes nos seguintes trechos:

- EB-1/Poço de José de Moura – Stand-Pipe 1;
- EB-2/Reservatório de Santa Cruz – Stand-Pipe 2.

As características desses Stand-Pipes são mostradas no **Quadro 4.2**.

**Quadro 4.2 – Características dos Stand-Pipes**

Stand-Pipe nº	Distancia à EB (m)	Diâmetro (mm)	Cota do Terreno (m)	Cota do N.A. (m)	Altura (m)	
					N.A. ao Nível do Terreno	Total
1	4.505	2.000	369,72	379,72	10,00	10,70
2	4.520	3.000	454,38	464,38	10,00	10,70

Os Estudos de Transientes Hidráulicos recomendaram a instalação de 04 (quatro) Tanques Amortecedores Unidirecionais (TAUs), nos seguintes trechos de recalque:

- EB-1/1 – Stand-Pipe 1, uma unidade;
- EB-1/1 – Uiraúna, uma unidade;
- EB-1/1 – Stand-Pipe 2, duas unidades.

As características dos TAUS são apresentadas no **Quadro 4.3**.

**Quadro 4.3 – Características dos TAUs**

TAU nº	Adutora de Recalque	Distância do TAU à EB (m)	Características Dimensionais		
			Diâmetro (mm)	Diâmetro de Lgação (mm)	Altura Total em Relação ao Terreno (m)
1	EB-1/1 a Stand-Pipe 1	400	1.500	100	6,00
2	EB-1/2 a Uiraúna	400	1.500	250	10,00
3	EB-2 a Stand-Pipe 2	1.400	1.500	200	7,00
4	EB-2 a Stand-Pipe 2	3.160	1.500	200	7,00



## ***5. Estação de Tratamento de Água do Sistema***

## 5. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SISTEMA

A capacidade de vazão da ETA do Sistema Adutor Capivara, para atendimento das cidades, distrito e chafarizes, incluindo 5% de perdas na ETA, é de:

$$Q = (49,82 + 3,15) \times 1,05 = 55,62 \text{ l/s}$$

Com base em dados e informações sobre a qualidade da água bruta, fornecidos pela CAGEPA, foi desenvolvido o projeto técnico de uma estação de tratamento de água convencional completa, fabricada em fibra de vidro, para atender a demanda de 55,62 l/s.

A maioria dos mananciais da região apresenta água com características que exigem um processo de tratamento completo para remover as impurezas presentes na água bruta. A unidade de tratamento projetada é capaz de atender a demanda requerida com um padrão de qualidade compatível com o que recomenda a Portaria 518 do Ministério da Saúde.

### 5.1 DADOS TÉCNICOS DA ETA PADRÃO

Estação de Tratamento de Água fabricada em resina poliéster estruturada com fibra de vidro, com elevada resistência a esforços de tração e compressão, à corrosão e ao ataque dos produtos químicos utilizados no processo de potabilização da água.

São as seguintes às unidades constitutivas da estação: Medidor de Vazão e de Mistura Rápida, Floculador, Decantador, Filtro e Dispositivos Complementares.

#### 5.1.1 Medidor de Vazão e de Mistura Rápida

A medição de vazão será efetuada através de dispositivo hidráulico (calha Parshall) instalada no próprio corpo da estação, dotada de régua limnimétrica para leitura direta da vazão. Este dispositivo também promoverá a mistura rápida dos produtos químicos utilizados na potabilização da água, garantindo gradiente de velocidade superior a  $700 \text{ s}^{-1}$ .

A Calha Parshall usada para medição e promover a mistura rápida possuirá os seguintes dados:

- Vazão de Projeto: .....  $Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 0,05564$ ;
- Largura da Garganta: .....  $vv \text{ (cm)} = 15,20$ ;
- Altura Líquida da Seção de Medição: .....  $H_0 \text{ (m)} \cong 0,30$ ;
- Altura Líquida Antes do Ressalto: .....  $H_1 \text{ (m)} = 0,12$
- Velocidade Antes do Ressalto: .....  $V_1 \text{ (m/s)} = 3,02$ ;
- Altura Conjugada do Ressalto: .....  $H_2 \text{ (m/s)} = 0,42$ ;
- Velocidade Conjugada do Ressalto: .....  $V_2 \text{ (m/s)} = 0,80$ ;
- Perda de Carga no Ressalto: .....  $H_f \text{ (m)} = 0,13$
- Tempo de Mistura: .....  $t \text{ (s)} = 1,21$
- Gradientes de Velocidade: .....  $G \text{ (s}^{-1}\text{)} = 1.026$

Dimensões padronizadas da Calha (Medidas em cm):

- A = 62,1;
- B = 61,0;
- C = 39,4;
- D = 39,3;
- E = 30,5;
- F = 30,5;
- G = 61,0;
- K = 7,6;
- N = 11,4.

### 5.1.2 Floculador

A unidade de floculação é constituída de um floculador hidráulico, do tipo chicanas de fluxo vertical, com tempo de detenção de 20 minutos. A unidade completa conta com três câmaras em série e oferece uma gradação, ao gradiente de velocidade, em torno de 40 a 10 s<sup>-1</sup> dependendo da qualidade da água bruta a ser tratada.

### 5.1.3 Decantador

O decantador é de fluxo laminar, dotado de módulos tubulares com ângulo de 60° em relação a horizontal, com uma eficiência comprovada de 95% na remoção de cor e descarga de lodo hidráulica através de manobras de registros.

### 5.1.4 Filtro

As unidades filtrantes são do tipo rápidas, por gravidade, operam a taxa declinante variável e fluxo descendente. O leito é composto de carvão antracito e areia, suportado por camadas de seixos rolados, garantem uma taxa de filtração nominal de 280 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia, velocidade ascensional de lavagem nunca inferior a 0,7 cm/min. O sistema poderá ser de autolavagem onde um filtro é lavado utilizando-se a água filtrada proveniente dos outros filtros em operação normal, dispensando assim o auxílio de conjuntos moto-bombas ou de reservatórios elevados construídos para este fim.

### 5.1.5 Casa de Química

Nessa unidade será feita a estocagem dos produtos químicos utilizados no tratamento (sulfato de alumínio, cal, fluoreto de sódio e cloro gasoso). Além dos depósitos dos produtos químicos, a casa de química contará ainda com os seguintes elementos:

- Escritório, onde funcionará a operação centralizada do Sistema Adutor;
- Banheiro;
- Sala de Dosagem, onde será feito o preparo e a aplicação das soluções;
- Área para Estocagem, com capacidade para armazenar uma quantidade suficiente para 30 dias de consumo.

O sistema de desinfecção adotado será de aplicação em dois pontos com cloro residual livre (cloro-gás tipo à vácuo com solução), a saber:

- Pré-cloração: na câmara de chegada de água bruta na ETA, a montante do Parshall;
- Pós-cloração: no poço de sucção da EB-1.

O cilindro adotado será de 900 kg, armazenado e utilizado na posição horizontal, com fluxo de cloro no estado líquido ou gasoso.

O depósito e manuseio do cloro será feito em área isolada da Casa de Química. Este depósito será dotado de monovia com talha e trole elétrico, ventilação natural via cobogó, exaustores de emergência junto ao piso e equipamentos de segurança.

Este recinto foi previsto para acondicionar 01 (um) cilindro, com substituição e troca por meio de monovia elétrica, com balanço após o portão de acesso para carga/descarga em caminhão.

As necessidades de cloro na ETA são indicadas a seguir:

- Pré-cloração:..... 9,96 kgcl/dia ( $\cong$  22 libras por dia – PPD);
- Pós-cloração: ..... 2,04 kgcl/dia ( $\cong$  4,5 libras por dia – PPD).

Os dosadores foram dimensionados com capacidade mínima de 22 PPD e 4,5 PPD. Tanto para pré-cloração como a pós-cloração foram previstos 02 (dois) dosadores (1+1R).

Os dosadores serão de parede, com regulagem manual por válvula medidora variável, de orifício regulável e regulador de vácuo do tipo diafragma.

Os rotâmetros terão regulagem para uma tolerância de  $\pm 4\%$  da vazão indicada.

#### **5.1.6 Dispositivos Complementares**

Tubulações e conexões de interligação, barriletes, válvulas de drenagem e de limpeza das unidades de floculação, decantação e filtração, acoplamentos e escadas de acesso aos decantadores e filtros.

Foram também previstas 02 (duas) Lagoas de Lodo que acomodarão ao longo de 07 (sete) anos, as águas de lavagem das unidades de tratamento e o lodo produzido nos decantadores.





## ***6. Estações de Bombeamento***

## 6. ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

Foram previstas 3 (três) Estações de Bombeamento ao longo do Sistema Adutor Capivara, a saber: EB Captação, EB-1 e EB-2.

Os principais dados operacionais dessas Estações de Bombeamento são mostrados no **Quadro 6.1**.

**Quadro 6.1 – Dados das Estações de Bombeamento do Sistema Adutor Capivara**

EB		Q (l/s)	H man (mca)	Quant. Bombas	Pot. Unitária (HP)	Pot. Total (HP)
EB Captação (1ª Etapa)		55,63	24,14	4+1R	10,0	40,0
EB-1	EB-1/1 (p/Poço de José de Moura)	3,52	44,07	1+1R	7,5	7,5
	EB-1/2 (p/Uiraúna)	49,47	59,60	2+1R	40,0	80,0
EB-2		27,23	106,00	2+1R	40,0	80,0



## ***7. Reservatórios de Distribuição***

## 7. RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

Das 06 (seis) cidades que serão interligadas ao Sistema Adutor Capivara, 03 (três) possuem reservatórios que atendem as necessidades das redes de distribuição (Poço de José de Moura, São Pedro e São Francisco).

Foram projetados reservatórios elevados complementares para as cidades de Lastro e Santa Cruz e um apoiado para Uiraúna.

No que concerne a cidade de Vieirópolis, foi projetado um reservatório elevado de 75 m<sup>3</sup>, pois o existente, de 50 m<sup>3</sup>, encontra-se em estado de conservação precário.

O **Quadro 7.1** mostra as características dos reservatórios existentes e projetados.

**Quadro 7.1 – Características dos Reservatórios Existentes e Projetados**

Reservatório	Volume Necessário (m <sup>3</sup> )	Volume Existente (m <sup>3</sup> )	Condições de Funcionamento	Volume Projetado (m <sup>3</sup> )
Poço de José de Moura	100	100	Boa	-
Uiraúna	600	300 (apoiado) e 150 (elevado)	Precária (a recuperar)	150 (apoiado)
Vieirópolis	75	50	Precária	75 (elevado)
Lastro	100	50	Precária (a recuperar)	50 (elevado)
São Pedro	50	50	Precária (a recuperar)	-
São Francisco	100	100	Boa	-
Santa Cruz	275	200	Boa	75 (elevado)



## ***8. Válvulas de Múltipla Funções***

## 8. VÁLVULAS DE MÚLTIPLA FUNÇÕES

Em diversos locais do Sistema Adutor serão instaladas válvulas de múltiplas funções para assegurar o equilíbrio do sistema, evitando altas pressões e possibilitando o controle de vazões nas derivações.

No **Quadro 8.1** estão apresentados os locais de implantação das referidas válvulas, diâmetros, classes de pressão e funções necessárias para cada caso.

**Quadro 8.1 – Principais Características Funcionais das Válvulas de Controle Auto-Operadas**

Localização	DN Adutora	Vazão Máx		Vel. (m/s)	P Ent (mca)		P Saída (mca)	P Ent (k/cm²)		P Saída (k/cm²)	Red. (k/cm²)		DN Válvula	Vel Válv (m/s)	PN	Verificação - Cavitação		Função		
		(l/s)	(m³/h)		Máx	Min		Máx	Min		Máx	Min				P Saída Limite	Operação	CV	RP	Alt
EB1/1 a Poço de José de Moura																				
Reserv. de Poço de José de Moura	100	3,52	12,67	0,448180	31,70	20,46	14,00	3,17	2,05	1,40	1,77	0,65	50	1,792721	10	-0,048990	OK	X	X	X
EB1/2 a Uiraúna																				
Reservatório Apoiado de Uiraúna	200	16,68	60,05	0,530941	52,37	20,00	4,00	5,24	2,00	0,40	4,84	1,60	100	2,123763	10	0,571116	OK	X	X	
Reservatório Elevado de Uiraúna	100	5,56	20,02	0,707921	52,37	20,00	18,50	5,24	2,00	1,85	3,39	0,15	50	2,831684	10	0,571116	OK			X
Derivação para Uiraúna a Vieirópolis																				
Entrada da EB2	250	27,23	98,03	0,554725	12,87	7,88	7,88	1,29	0,79	0,79	0,50	0,00	100	3,467031	10	-0,613896	OK	X	X	
Reservatório de Vieirópolis	100	3,17	11,41	0,403617	93,54	79,67	40,00	9,35	7,97	4,00	5,35	3,97	50	1,614468	10	1,806228	OK	X		
Reservatório de Vieirópolis	100	3,17	11,41	0,403617	40,00	40,00	10,00	4,00	4,00	1,00	3,00	3,00	50	1,614468	10	0,200012	OK	X	X	X
Derivação para Vieirópolis a Lastro																				
Reservatório de Lastro	150	4,23	15,23	0,239369	82,10	23,93	14,80	8,21	2,39	1,48	6,73	0,91	50	2,154321	10	1,463025	OK	X	X	X
Bifurcação para Santa Cruz																				
Reservatório de Santa Cruz	200	10,79	38,84	0,343456	98,23	17,51	11,50	9,82	1,75	1,15	8,67	0,60	100	1,373825	10	1,946929	OK	X	X	X
Reservatório de São Pedro	100	2,32	8,35	0,295392	134,06	38,22	35,00	13,41	3,82	3,50	9,91	0,32	50	1,181566	16	3,021840	OK	X		
Reservatório de São Pedro	100	2,32	8,35	0,295392	35,00	35,00	11,00	3,50	3,50	1,10	2,40	2,40	50	1,181566	10	0,050011	OK	X	X	X
Reservatório de São Francisco	100	3,63	13,07	0,462186	143,00	37,99	35,00	14,30	3,80	3,50	10,80	0,30	50	1,848744	16	3,290043	OK	X		
Reservatório de São Francisco	100	3,63	13,07	0,462186	35,00	35,00	17,50	3,50	3,50	1,75	1,75	1,75	50	1,848744	10	0,050011	OK	X	X	X
Montante da EB de Captação (Esc. Por Gravidade)																				
Montante da EB de Captação (Esc. Por Recalque)	300	55,64	200,30	0,787145	36,41	24,63	22,81	3,64	2,46	2,28	1,36	0,18	150	3,148580	10	0,092311	OK	X	X	
Montante da EB de Captação (Esc. Por Recalque)																				

Obs.: CV = Controladora de Vazão; RP = Redutora de Pressão; ALT. = Altitude



## ***9. Estudo de Transientes Hidráulicos***



## 9. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

### 9.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os estudos dos transientes hidráulicos, nas adutoras do Sistema de Abastecimento de Água de Capivara, foram desenvolvidos com o fito de dimensionar as tubulações (material e classe de tubo) além dos equipamentos de proteção das linhas de recalque contra os efeitos adversos do golpe de aríete.

Os estudos foram desenvolvidos com base em modernas técnicas de cálculo de transitórios hidráulicos em adutoras, fazendo-se uso do método das características, de reconhecida eficiência para avaliação dos transientes e dimensionamento dos equipamentos de proteção.

Foram estudadas 4 (quatro) linhas de recalque, conformando 4 (quatro) sistemas hidráulicos de recalque, a saber:

- EB Captação a Calha Parshall;
- EB-1/1 a Stand-Pipe/Reservatório de Poço de José de Moura;
- EB-1/2 a Reservatório de Uiraúna;
- EB-2 a Stand-Pipe/Vieirópolis, Lastro, São Pedro, São Francisco e Santa Cruz.

Como principal equipamento de proteção, foi preconizado o Tanque de Amortecimento Unidirecional (TAU) cujas principais características são apresentadas no **Quadro 9.1**.

**Quadro 9.1 – Principais Características dos TAUs Previstos**

Sistema	Nº do TAU	Dist. (m)	Cota (m)	Altura de Água (m)	Altura do TAU (m)	Vazão de Drenagem (l/s)	Diâmetros (mm)			QProjeto Adutora (l/s)
							TAU	Ligação	Adutora	
EB-1/1 a Stand-Pipe	1	400	370,44	5,11	6,00	2,08	1.500	100	100	3,52
EB-1/2 a Uiraúna	2	400	370,44	8,93	10,00	34,95	1.500	250	300	44,44
EB-2 a Stand-Pipe	3	1.400	412,80	5,25	7,00	12,46	1.500	200	200	27,23
EB-2 a Stand-Pipe	4	3.160	438,84	5,51	7,00	17,72	1.500	200	200	27,23

A seguir são apresentados os gráficos contendo as envoltórias de subpressão e sobrepressões avaliadas (**Figuras 9.1 a 9.7**), para cada um dos sistemas de recalque.

Não foi considerada a atenuação das pressões que se verifica a medida que a frente de onda se afasta da Estação de Bombeamento, após o corte do fornecimento de energia, na fase de subpressões. As envoltórias de sobrepressões foram consideradas levando em conta a atenuação das pressões.

Figura 9.1 – EB Captação a ETA (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção)

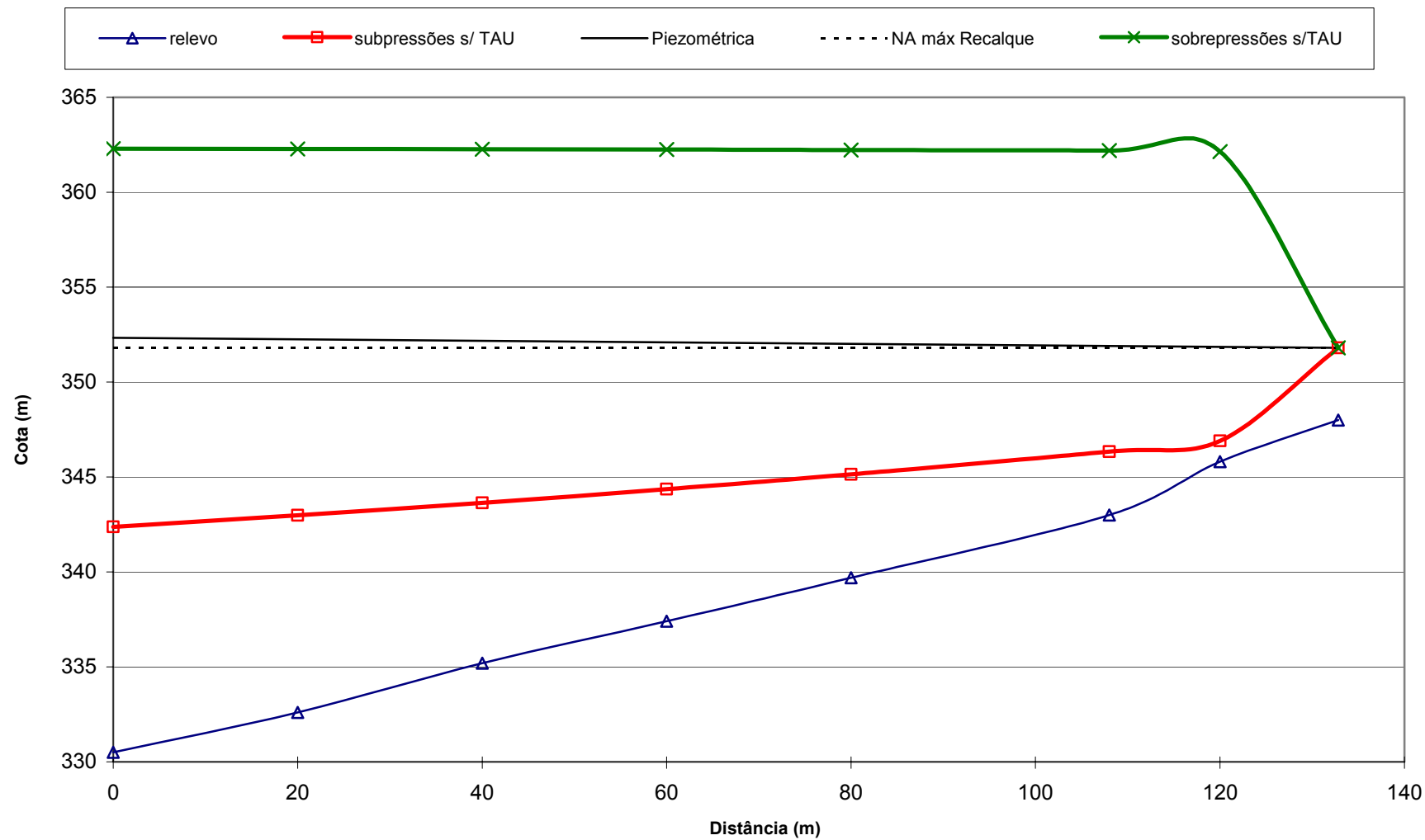


Figura 9.2 – EB-1/1 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção)

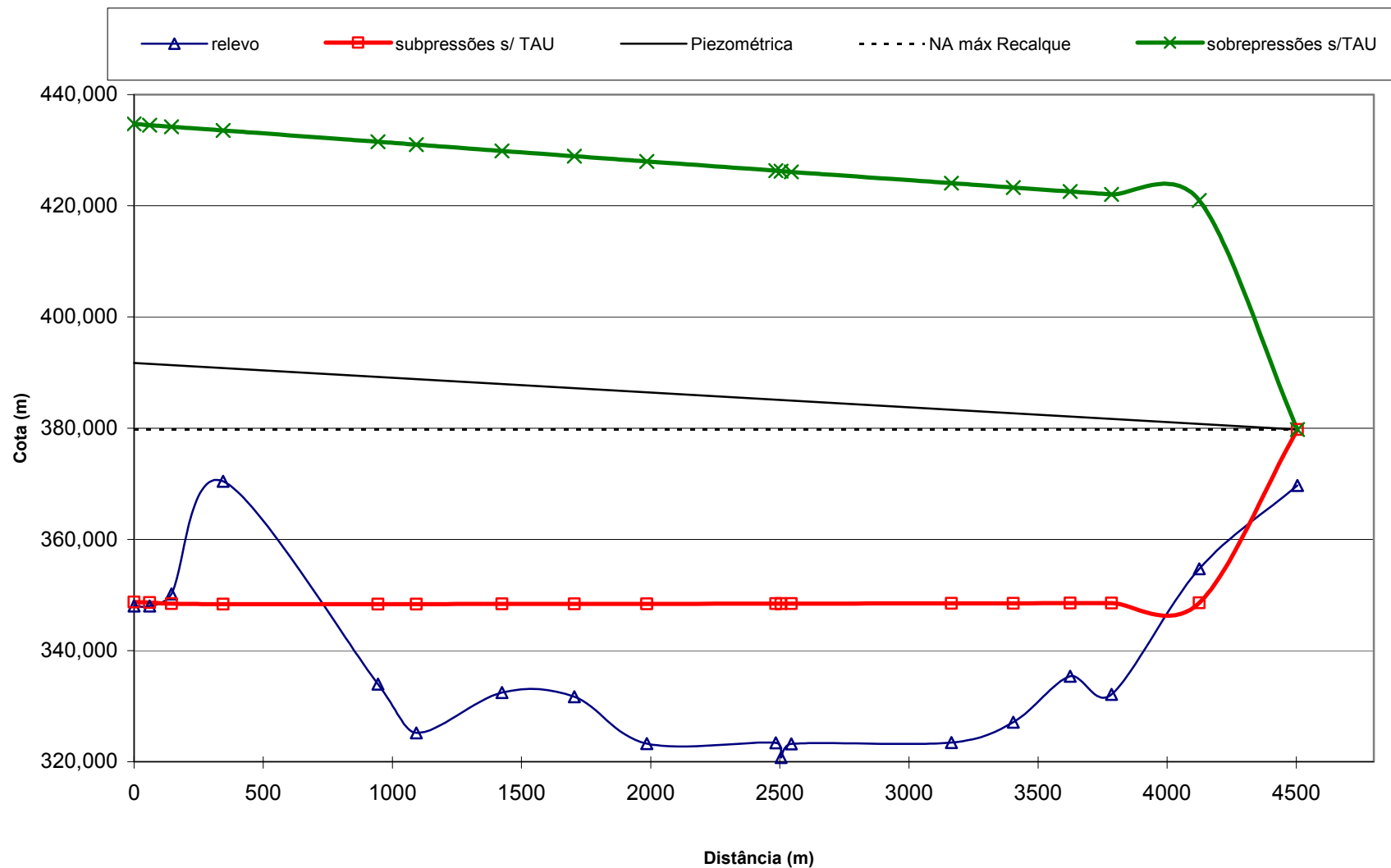


Figura 9.3 – EB-1/1 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Com Proteção)

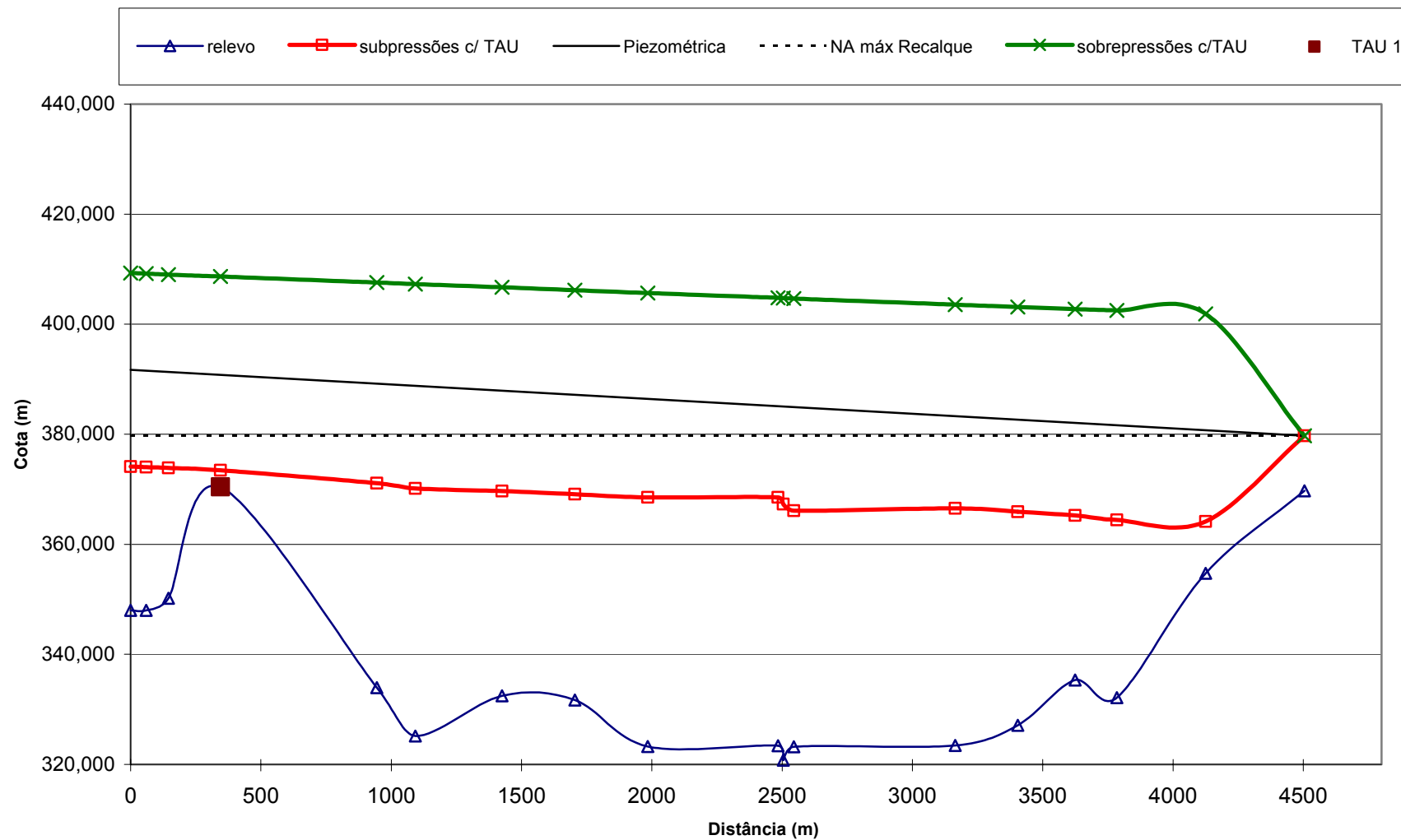


Figura 9.4 – EB-1/2 a Uiraúna (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção)

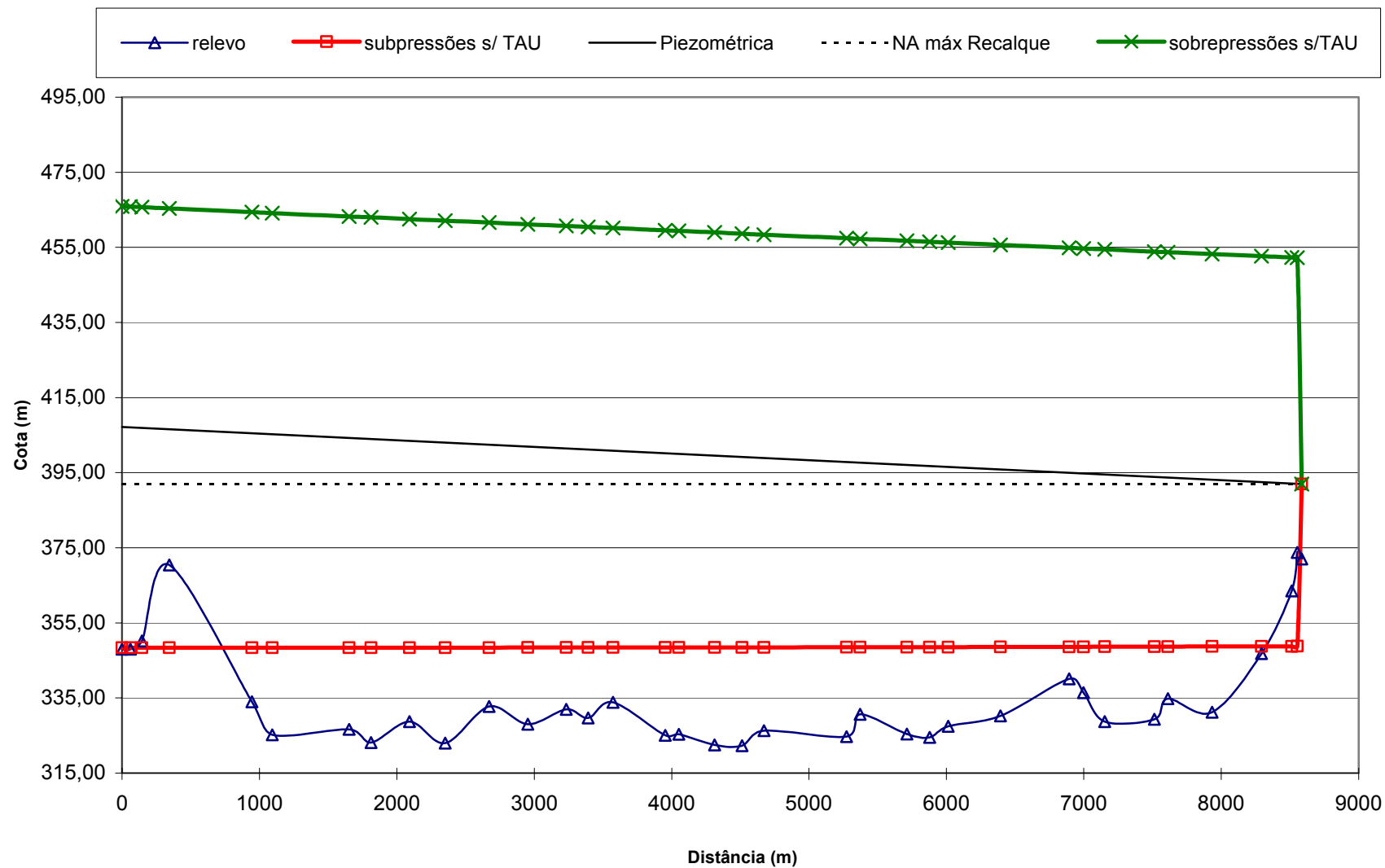


Figura 9.5 – EB-1/2 a Uiraúna (Sobrepressões e Subpressões Com Proteção)

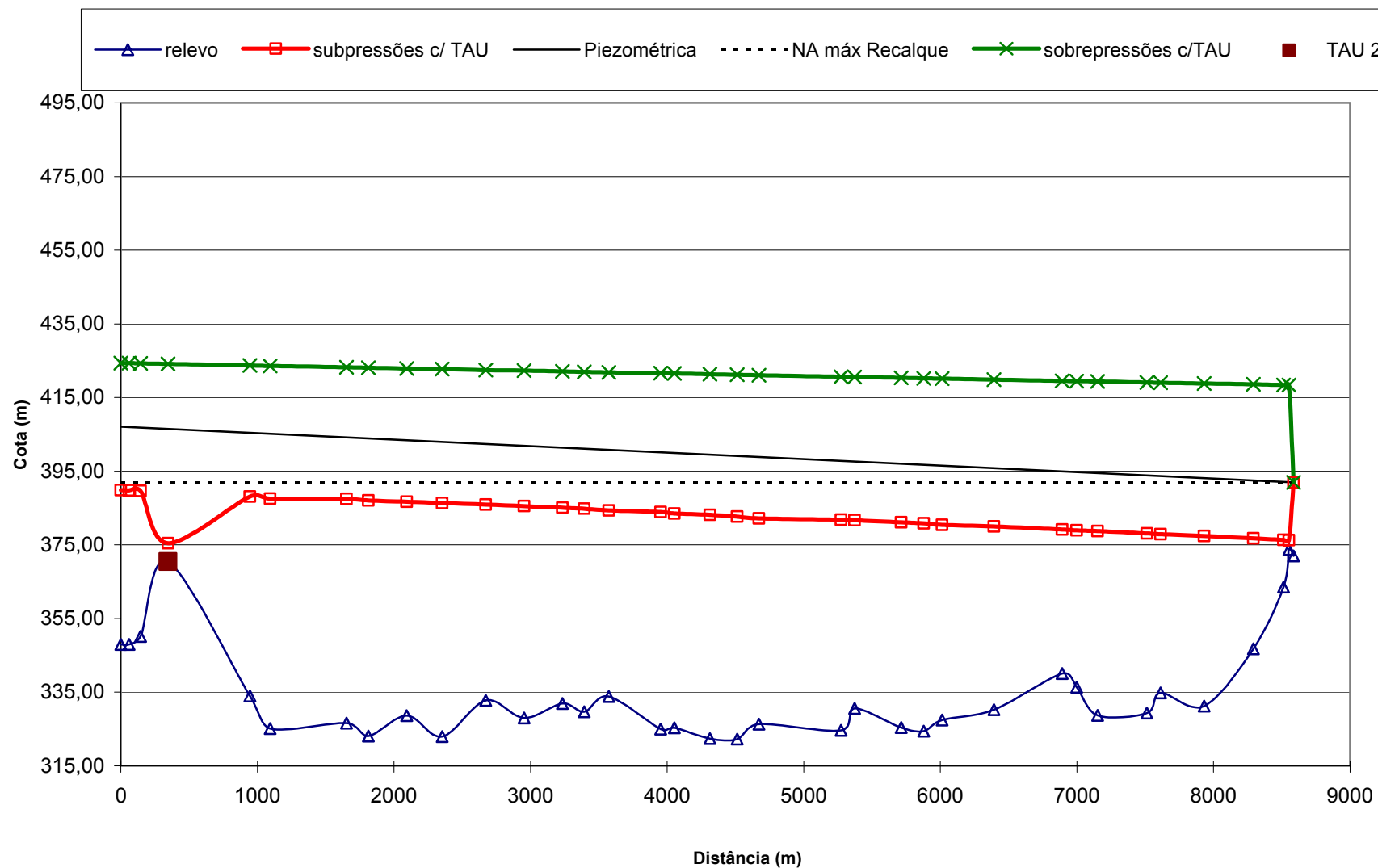


Figura 9.6 – EB-2 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Sem Proteção)

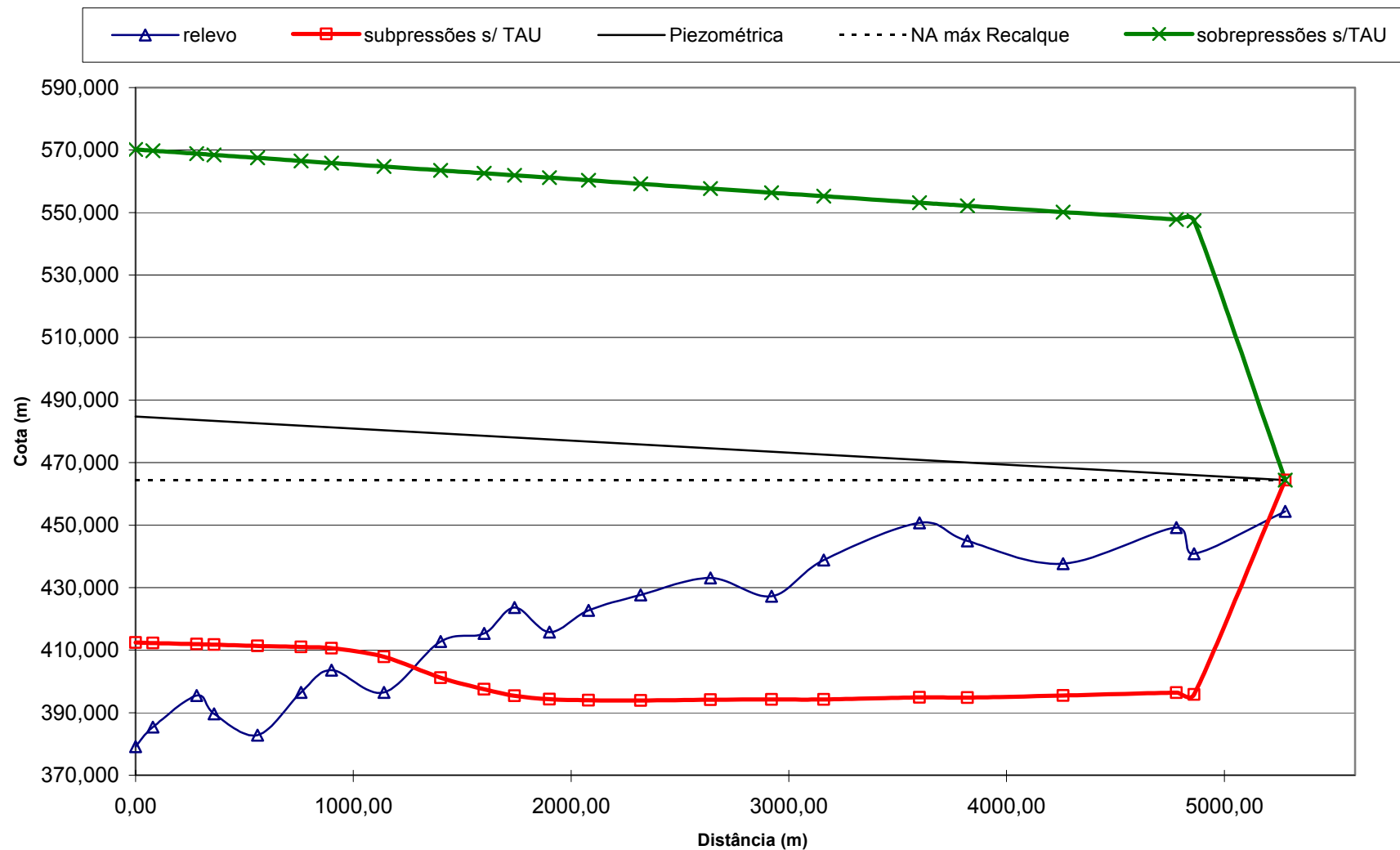
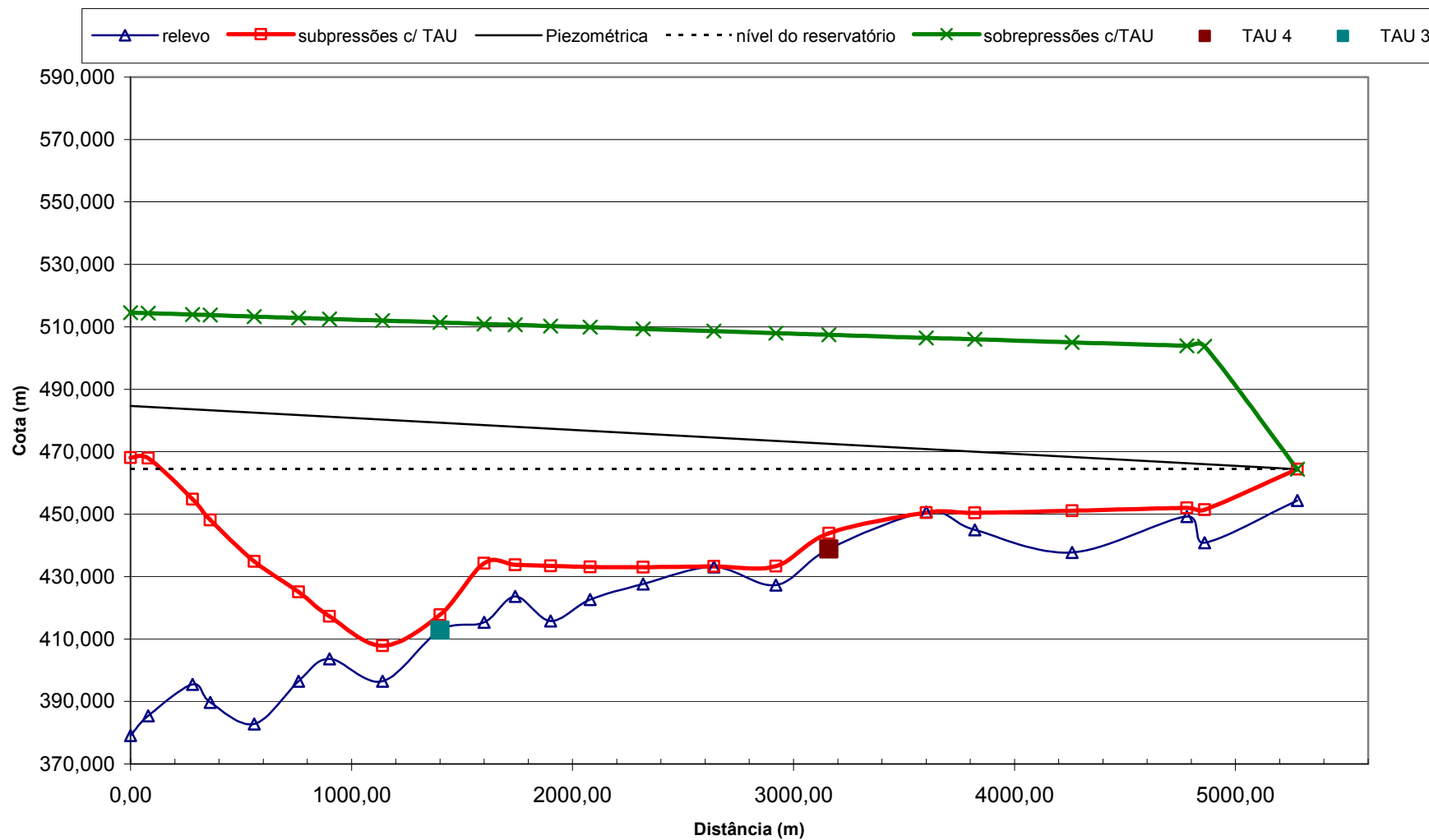


Figura 9.7 – EB-2 a Stand-Pipe (Sobrepressões e Subpressões Com Proteção)







## ***10. Suprimento Elétrico***

## 10. SUPRIMENTO ELÉTRICO

### 10.1 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB CAPTAÇÃO

#### 10.1.1 Finalidade

Este item tem como finalidade descrever o escopo do fornecimento de energia elétrica ao sistema hidráulico constituído pela Estação de Bombeamento e seus respectivos Serviços Auxiliares, conforme abaixo:

- Obra:.....Sistema Adutor Capivara;
- Estação de Bombeamento: .....EB Captação;
- Concessionária: .....SAELPA.

Para a elaboração do Projeto Básico do sistema elétrico, foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

- Planejamento Físico da Área do Projeto;
- Projeto Hidráulico e Civil das Estações Elevatórias de Água;
- Oferta de energia elétrica na região operada pela concessionária local.

#### 10.1.2 Critérios de Projeto

O critério do projeto elétrico foi baseado estritamente nas normas da ABNT, Normas Internacionais para equipamentos, e nas normas específicas do órgão contratante e nas da concessionária de energia elétrica local.

#### 10.1.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico

Na região predomina oferta de energia derivada de sistema de distribuição em 13.800 Volt, operado pela concessionária local.

A Concessionária deverá considerar, portanto, o sistema já existente para determinação do Ponto de Entrega de Energia – PDE, com estudos para eventual necessidade de reforço no alimentador/ramal de ligação.

#### 10.1.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos

As principais premissas para desenvolvimento dos estudos elétricos são:

- As potências instaladas foram calculadas a partir da necessidade total, em kW, das cargas de motores e serviços auxiliares, (considerando o rendimento dos motores e o fator de potência corrigido para 92%) e, subsequentemente, convertida em potência equivalente em kVA, e a seguir, compatibilizadas com o normativo da Concessionária;
- No presente projeto, por considerações de ordem operacional, os motores com potência menor ou igual a 5 cv poderão ser acionados por partida direta à plena tensão. Acima dessa potência os motores deverão ser acionados pelo método de

redução de tensão mediante o emprego de acionador de partida tipo Chave Estática;

- Os motores trifásicos serão alimentados no nível de tensão de 380V;
- As cargas dos serviços auxiliares (iluminação e tomadas para eventual serviço de manutenção), deverão ser alimentadas em 380/220V a cinco condutores, sistema TNS;
- Os condutores elétricos foram dimensionados levando em conta a capacidade de condução em condições de regime das cargas, da condição de curto circuito e, queda de tensão na partida dos motores;
- Nas condições acima, foram realizadas simulações para determinação das condições técnicas de projeto para o dimensionamento da rede de alimentação dos motores, a fim de assegurar níveis aceitáveis de queda de tensão, em regime, conforme preconiza a NBR-5410/97. Foi considerado, também como premissa, o limite de 10% para a queda de tensão, no ramal do motor em relação ao PDE, no ato de partida do mesmo;
- Para assegurar maior confiabilidade ao sistema de MPCC, (medição, proteção, comando e controle), deverá ser prevista, para alimentação dos circuitos de comando dos equipamentos, a instalação de estabilizador de tensão, a fim de garantir tensão estabilizada (220V) e imune aos transientes decorrentes das partidas dos motores;
- O projeto de iluminação, interna e externa, foi desenvolvido propondo uma solução simples, porém bastante confiável e eficiente, sob o ponto de vista da luminotécnica;
- Foi considerado para cálculo, o nível de iluminância de 300 lux para a iluminação interna e de 12 lux para as áreas externas;
- O projeto de sistema de aterramento das estações, subestações e dos equipamentos elétricos, foi desenvolvido observando o critério de segurança física para o pessoal de operação e, de proteção dos equipamentos quanto a eventuais surtos de tensão decorrentes de manobras, e/ou, descargas atmosféricas;
- O SPDA foi desenvolvido com base no modelo eletro-geométrico e em função de informações estatísticas quanto ao nível cerâmico da região;
- Em virtude da legislação tarifária, o Fator de Potência da instalação deverá situar-se, no mínimo, em 92%. A compensação será feita mediante a injeção de reativos com o uso de capacitores trifásicos, para correção da energia reativa demandada pelos motores.

### **10.1.5 Subestação – Situação e Localização**

#### **10.1.5.1 Finalidade**

Conforme descrito precedentemente, o presente projeto destina-se ao suprimento de energia elétrica para atendimento das cargas principais (motores elétricos de acionamento de bombas hidráulicas para abastecimento de água) e demais cargas auxiliares (iluminação interna e externa, e tomadas de energia para eventuais pequenos serviços de manutenção) da Estação Elevatória componente do presente Projeto.

Para o referido Programa, a concepção hidráulica prevê a construção da Estação Elevatória de Água, conforme mostrado no desenho de Concepção Geral do Sistema.

#### 10.1.5.2 Condições Gerais do Sistema Elétrico

Sistema trifásico a cinco condutores TN-S:

- Tensão de alimentação das cargas: .....380 V;
- Fator de potência final da instalação: .....0,92 pu;
- Motores de potência menor a: .....5 cv (liga com partida direta);
- Motores de potência igual ou maior a: .....15 cv (requer subestação primária);
- Demanda total igual ou maior a: .....15 kVA (requer subestação primária).

#### 10.1.5.3 Características da Instalação e da Estação

- Instalação com motores elétricos de: .....10 cv;
- Quantidade de motores instalados: .....5 ud;
- Quantidade de motores em reserva: .....1 ud.

#### 10.1.5.4 Características dos Motores

As características dos motores da Estação de Bombeamento EB Captação está apresentado no **Quadro 10.1**.

**Quadro 10.1 – Características dos Motores (EB Captação)**

Motor	Potência (cv)	Número de Polos	Ip/Ir	$\rho = 100\%$ Carga	$\cos\phi = 100\%$ Carga	$\cos\phi =$ na Partida
Bomba Principal	10	3.510	7,00	0,870	0,880	0,35

#### 10.1.5.5 Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas

As cargas elétricas instaladas na estação estão demonstradas no **Quadro 10.2** correspondente ao apresentado na respectiva memória de cálculo.

**Quadro 10.2 – Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas (EB Captação)**

Estação	Carga 3 $\phi$	Quant.	Potência		Total Instalado (kW)
			cv	kW	
Motor trifásico - bombas		5	10	7,36	29,44
Iluminação Interna				1,02	1,02
Iluminação Externa				0,80	0,80
Tomada 3 $\phi$ / manutenção		3		31,59	31,59
Tomada 1 $\phi$ / manutenção		4		8,78	8,78
Total das cargas instaladas (kW)					71,63
Total das cargas equivalente em (kVA)					64,30

#### 10.1.5.6 Potência da Subestação Primária

- Potência do Transformador em kVA: .....75,0 kVA;

- Tensão primária de alimentação da SE: ..... 13.800 Volt;
- Tensão secundária de alimentação das cargas: ..... 380 Volt;
- Reserva de Potência em Transformador: ..... 10,70 kVA.

#### **10.1.5.7 Cálculo da Demanda para Comercialização com a Concessionária**

- Potência nominal do motor: ..... 7,36 kW;
- Motores em operação: ..... 4 ud;
- Potência requerida pelos motores: ..... 29,44 kW;
- Potência dos auxiliares: ..... 42,19 kW;
- Fator de demanda dos auxiliares: ..... 0,75 p.u.;
- Potência dos auxiliares corrigida: ..... 31,64 kW;
- Potência requerida pela instalação: ..... 61,08 kW;
- Tipo de contratação: ..... tarifa binômia.

$$D = \frac{(a + b + c + d + e)}{fp}$$

onde:

$$a = 29,44 \text{ kW}$$

$$b = c = d = 0,00 \text{ kW}$$

$$e = 31,64 \text{ kW}$$

$$fp = 0,95$$

$$D = 64,30 \text{ kVA}$$

- Demanda a ser contratada: ..... 64,30 kVA.

#### **10.1.6 Subestação Principal**

A subestação será do tipo monoposte padrão da Concessionária. Os cubículos de medição e do disjuntor são instalados em caixas padrão da Concessionária e montadas em mureta de proteção localizada junto ao poste do transformador e próximas da edificação que abrigará os Quadros de Comando da Estação Elevatória.

A alimentação da nova Unidade de Consumo deverá ser derivada de estrutura existente da Concessionária:

- Estrutura tipo: ..... N2
- Cadastro número: .....
- Componente próximo: .....

#### **10.1.6.1 Entrada de Serviço**

Para cada instalação acima, a entrada de serviço será constituída por Ramal de Ligação Aéreo.

O Ramal de Entrada será aéreo a partir de estrutura (derivação aérea) conforme mostrado no desenho de arranjo geral do sistema.

Serão empregados materiais elétricos de comprovada qualidade e fabricados em estrita obediência ao preconizado pelas Normas do Órgão Contratante, da Concessionária, ABNT e Normas Internacionais quando aplicáveis.

O **Quadro 10.3** resume a situação para a Estação aqui considerada.

**Quadro 10.3 – Resumo da Situação para a Estação Elevatória (EB Captação)**

RAMAL DE LIGAÇÃO	
TIPO	Aéreo
CONDUTOR	CAA 4AWG
POSTE AUXILIAR	400/10

#### **10.1.6.2 Proteção Primária (Lado de 13,8 kV)**

##### **CONTRA SOBRE-TENSÃO**

Pára-raios:

- Tipo:.....óxido de zinco (ZnO);
- Tensão de operação: .....13,8 kV (sistema c/neutro aterrado);
- Capac. de descarga: .....10 kA;
- Cond. escoamento: .....50 mm<sup>2</sup>
- Instalação: .....estrutura da SE.

##### **CONTRA SOBRE-CORRENTE E CURTO CIRCUITO**

Corta Circuito Fusível:

- Tipo:.....monopolar;
- Tensão de operação: .....13,8 kV (sistema c/neutro aterrado);
- Corrente nominal:.....100 A;
- Elos Fusíveis:.....5H (dimensionados pela Concessionária);
- Instalação: .....estrutura da SE.

#### **10.1.6.3 Proteção Secundária (Lado de 380 V)**

Será obtida mediante a instalação de disjuntor geral na barra de entrada do QGDFC.

Os disjuntores serão dotados de disparador eletrônico de sobrecorrente para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, demais características conforme abaixo e mostrado no diagrama unifilar.

### Disjuntor Tripolar Geral

- Tipo do disjuntor: .....caixa moldada;
- Tensão de Isolamento:.....500 V;
- Máxima corrente de operação:.....160 A;
- Faixa ajuste para sobrecarga: .....128-160 A;
- Capac. de interrupção: .....>= 40 kA.

#### **10.1.6.4 Aterramento da Subestação/Estação**

A instalação terá todos os equipamentos: pára-raios, carcaça e neutro do transformador, quadro de medição, CCM's e demais partes metálicas (não energizadas), devidamente aterradas, constituindo um sistema único de aterramento, mediante o emprego de cabo de cobre nu, flexível, têmpera mole, conforme descrito na memória de cálculo.

O sistema de aterramento consistirá de cabo e eletrodos de aterramento com as seguintes características:

- Sistema único, interligado e sem emendas;
- Condutor de escoamento em cabo de cobre nu, têmpera mole;
- Condutor de escoamento dos pára-raios de 15 kV terá seção de 50 mm<sup>2</sup>;
- Condutor da malha de terra terá seção de 35 mm<sup>2</sup>;
- Haste de aterramento, em aço com revestimento de cobre;
- Posição de enterramento na vertical, em formação de malha;
- A resistência final do sistema de aterramento não deverá ser superior a 10 ohms em qualquer época do ano.

#### **10.1.6.5 Resumo do Sistema de Aterramento**

- Condutor de Escoamento, cobre nu: .....35 mm<sup>2</sup>;
- Tipo da haste: .....aço cobreado;
- Diâmetro da haste de terra:.....5/8";
- Comprimento da haste de terra: .....2,40 m;
- Quantidade de hastes usadas na malha: ...14 unid;
- Eletroduto de proteção (cond. descida):.....1" PVC;
- Cabos da malha de terra - cobre nu: .....35 mm<sup>2</sup>.

#### **10.1.7 Medição de Faturamento**

Considerando as potências instaladas na subestação, a medição será feita no lado do circuito conforme preconizam as Normas da Concessionária.

Será feita a medição de energia ativa (kW-h), demanda (kW) e, à critério da Concessionária, a medição de energia reativa (kVAr-h).

### 10.1.8 Cabos de Energia, Comando e Controle

Alta Tensão: (trecho aéreo)	1/0 AWG-CAA
baixa tensão 380V: cabos de energia, controle e comando	fios de cobre, têmpera mole, encordoamento classe 5, com isolamento de composto termofixo (EPR/XLPE), cobertura de PVC, tipo unipolar, classe de tensão de 0,6/1 kV de acordo com as Normas da ABNT.

Cabos Condutores	Seção (mm²)	P/Fase
Secund. do Transformador	70,0	1
Ramal dos Motores	4,0	1
Serviços Auxiliares	6,0	1
	4,0	1
	2,5	1

Instalação - Os cabos (alimentação dos motores, iluminação, etc.) serão instalados de forma mista (canaleta, eletrocalha, duto flexível, etc.) conforme mostrado nos detalhes do projeto.

### 10.1.9 Conexões Elétricas

Todas as conexões elétricas serão do tipo “a parafuso/cavilhada” com arruela de pressão.

Não serão empregadas conexões soldadas (com exceção das conexões especiais do sistema de aterramento que poderão ser do tipo solda heterogênea ou exotérmica).

### 10.1.10 Proteção Contra Incêndio

Foram previstos dois extintores de incêndio de 8kg, Classe "C", sendo: um de pó químico seco instalado próximo do CCM e outro de CO<sub>2</sub> instalado próximo aos conjuntos de moto-bombas.

### 10.1.11 Condições Operacionais

#### 10.1.11.1 Proteção de Motores dos Conjuntos Moto-bombas

Os estudos demonstrados no capítulo da Memória de Cálculo relativo às condições de partida desses motores, concluem pela necessidade do emprego de método de partida com limitação da corrente em razão dos valores encontrados para a Queda de Tensão decorrente da partida dos mesmos.

Dessa forma torna-se necessária a adoção de dispositivos atenuadores de corrente de partida, resultando, para este projeto na aplicação de acionadores de partida tipo Chave Estática automática, com valores calculados para as quedas de tensão dentro dos limites preconizados pela NBR-5410/97.

- Motor trifásico: .....10 cv (3.510 rpm);



- Proteção do ramal:.....disjuntor motor In = 25 A;
- Acionamento partida: .....chave estática In = 20 A;
- Proteção do motor:.....relé sobrecarga 14-20 A;
- Corr. fator potência: .....capacitor trifásico 1,5 kVAR.

#### **10.1.11.2 Operação dos Conjuntos das Bombas**

Os conjuntos de moto-bombas operarão de acordo com rotina operacional estabelecida pelo órgão gerenciador das instalações de bombeamento. A configuração física da Estação prevê a necessidade de ter sempre um conjunto como Reserva Operacional. Estarão portanto inseridas nas atribuições do sistema de automação as rotinas de:

- 1 - determinação do ciclo diário de operação das bombas;
- 2 - rodízio entre os conjuntos (alternância entre as bombas) em determinado ciclo;
- 3 - escalonamento das partidas sucessivas, evitando-se a partidas simultâneas;
- 4 - partida/parada comandada pela válvula controladora de bomba;
- 5 - partida/parada em função das informações externas: nível, pressão, vazão, etc;
- 6 - incorporar proteções contra: falta de tensão, sobrecorrente, inversão de fase, etc.

NOTA: O projeto do sistema de automação da Estação Elevatória e demais componentes hidráulicos, não é parte integrante do escopo deste Projeto Básico e será tratado em documentação específica sobre o assunto.

### **10.2 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-1**

#### **10.2.1 Finalidade**

Este item tem como finalidade descrever o escopo do fornecimento de energia elétrica ao sistema hidráulico constituído pela Estação de Bombeamento e seus respectivos Serviços Auxiliares, conforme abaixo:

- Obra:.....Sistema Adutor Capivara;
- Estação de Bombeamento: .....EB-1
- Concessionária: .....SAELPA.

Para a elaboração do Projeto Básico do sistema elétrico, foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

- Planejamento Físico da Área do Projeto;
- Projeto Hidráulico e Civil das Estações Elevatórias de Água;
- Oferta de energia elétrica na região operada pela concessionária local.

#### **10.2.2 Critérios de Projeto**

O critério do projeto elétrico foi baseado estritamente nas normas da ABNT, Normas Internacionais para equipamentos, e nas normas específicas do órgão contratante e nas da concessionária de energia elétrica local.

### 10.2.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico

Na região predomina oferta de energia derivada de sistema de distribuição em 13.800 Volt, operado pela concessionária local.

A Concessionária deverá considerar, portanto, o sistema já existente para determinação do Ponto de Entrega de Energia – PDE, com estudos para eventual necessidade de reforço no alimentador/ramal de ligação.

### 10.2.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos

As principais premissas para desenvolvimento dos estudos elétricos são:

- As potências instaladas foram calculadas a partir da necessidade total, em kW, das cargas de motores e serviços auxiliares, (considerando o rendimento dos motores e o fator de potência corrigido para 92%) e, subsequentemente, convertida em potência equivalente em kVA, e a seguir, compatibilizadas com o normativo da Concessionária;
- No presente projeto, por considerações de ordem operacional, os motores com potência menor ou igual a 5 cv poderão ser acionados por partida direta à plena tensão. Acima dessa potência os motores deverão ser acionados pelo método de redução de tensão mediante o emprego de acionador de partida tipo Chave Estática;
- Os motores trifásicos serão alimentados no nível de tensão de 380V;
- As cargas dos serviços auxiliares (iluminação e tomadas para eventual serviço de manutenção), deverão ser alimentadas em 380/220V a cinco condutores, sistema TNS;
- Os condutores elétricos foram dimensionados levando em conta a capacidade de condução em condições de regime das cargas, da condição de curto circuito e, queda de tensão na partida dos motores;
- Nas condições acima, foram realizadas simulações para determinação das condições técnicas de projeto para o dimensionamento da rede de alimentação dos motores, a fim de assegurar níveis aceitáveis de queda de tensão, em regime, conforme preconiza a NBR-5410/97. Foi considerado, também como premissa, o limite de 10% para a queda de tensão, no ramal do motor em relação ao PDE, no ato de partida do mesmo;
- Para assegurar maior confiabilidade ao sistema de MPCC, (medição, proteção, comando e controle), deverá ser prevista, para alimentação dos circuitos de comando dos equipamentos, a instalação de estabilizador de tensão, a fim de garantir tensão estabilizada (220V) e imune aos transientes decorrentes das partidas dos motores;
- O projeto de iluminação, interna e externa, foi desenvolvido propondo uma solução simples, porém bastante confiável e eficiente, sob o ponto de vista da luminotécnica;
- Foi considerado para cálculo, o nível de iluminância de 300 lux para a iluminação interna e de 12 lux para as áreas externas;

- O projeto de sistema de aterramento das estações, subestações e dos equipamentos elétricos, foi desenvolvido observando o critério de segurança física para o pessoal de operação e, de proteção dos equipamentos quanto a eventuais surtos de tensão decorrentes de manobras, e/ou, descargas atmosféricas;
- O SPDA foi desenvolvido com base no modelo eletro-geométrico e em função de informações estatísticas quanto ao nível cerâmico da região;
- Em virtude da legislação tarifária, o Fator de Potência da instalação deverá situar-se, no mínimo, em 92%. A compensação será feita mediante a injeção de reativos com o uso de capacitores trifásicos, para correção da energia reativa demandada pelos motores.

### **10.2.5 Subestação – Situação e Localização**

#### **10.2.5.1 Finalidade**

Conforme descrito precedentemente, o presente projeto destina-se ao suprimento de energia elétrica para atendimento das cargas principais (motores elétricos de acionamento de bombas hidráulicas para abastecimento de água) e demais cargas auxiliares (iluminação interna e externa, e tomadas de energia para eventuais pequenos serviços de manutenção) da Estação Elevatória componente do presente Projeto.

Para o referido Programa, a concepção hidráulica prevê a construção da Estação Elevatória de Água, conforme mostrado no desenho de Concepção Geral do Sistema.

#### **10.2.5.2 Condições Gerais do Sistema Elétrico**

Sistema trifásico a cinco condutores TN-S:

- Tensão de alimentação das cargas: .....380 V;
- Fator de potência final da instalação: .....0,92 pu;
- Motores de potência menor a: .....5 cv (liga com partida direta);
- Motores de potência igual ou maior a: .....15 cv (requer subestação primária);
- Demanda total igual ou maior a: .....15 kVA (requer subestação primária).

#### **10.2.5.3 Características da Instalação e da Estação**

- *EB-1/1:*
  - Instalação com motores elétricos de: ....7,5 cv;
  - Quantidade de motores instalados: .....2 ud;
  - Quantidade de motores em reserva: .....1 ud.
- *EB-1/2:*
  - Instalação com motores elétricos de: ....40 cv;
  - Quantidade de motores instalados: .....3 ud;
  - Quantidade de motores em reserva: .....1 ud.

#### 10.2.5.4 Características dos Motores

As características dos motores da Estação de Bombeamento EB-1 está apresentado no **Quadro 10.4**.

**Quadro 10.4 – Características dos Motores (EB-1)**

Motor	Potência (cv)	Número de Polos	Ip/Ir	$\rho = 100\%$ Carga	$\cos\phi = 100\%$ Carga	$\cos\phi =$ na Partida
Bomba Principal 1/1	7,5	3.510	7,00	0,870	0,880	0,35
Bomba Principal 1/2	40	3.560	7,80	0,910	0,880	0,35

#### 10.2.5.5 Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas

As cargas elétricas instaladas na estação estão demonstradas no **Quadro 10.5** correspondente ao apresentado na respectiva memória de cálculo.

**Quadro 10.5 – Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas (EB-1)**

Estação	Carga 3 $\phi$	Quant.	Potência		Total Instalado (kW)
			cv	kW	
Motor trifásico - bombas 1/1		2	8	5,52	5,52
Motor trifásico - bombas 1/2		3	40	29,44	58,88
Iluminação Interna				1,02	1,02
Iluminação Externa				0,80	0,80
Tomada 3 $\phi$ / manutenção		3		31,59	31,59
Tomada 1 $\phi$ / manutenção		4		8,78	8,78
Motor da Ponte Rolante				0,00	0,00
Casa de Química				29,59	29,59
ETA EB - Recirculação				7,36	7,36
Total das cargas instaladas (kW)					143,54
Total das cargas equivalente em (kVA)					140,00

#### 10.2.5.6 Potência da Subestação Primária

- Potência do Transformador em kVA:..... 150,0 kVA;
- Tensão primária de alimentação da SE:..... 13.800 Volt;
- Tensão secundária de alimentação das cargas:..... 380 Volt;
- Reserva de Potência em Transformador: ..... 10,00 kVA.

#### 10.2.5.7 Cálculo da Demanda para Comercialização com a Concessionária

- Potência nominal do motor EB-1/1:..... 5,52 kW;
- Motores em operação: ..... 1 ud;
- Potência requerida pelos motores EB-1/1: ..... 5,52 kW;
- Potência nominal do motor EB-1/2: ..... 29,44 kW;
- Motores em operação: ..... 2 ud;
- Potência requerida pelos motores EB-1/2: ..... 58,88 kW;

- Casa de Química: .....29,59;
- ETA – EB - Recirculação:.....7,36;
- Potência dos auxiliares: .....42,19 kW;
- Fator de demanda dos auxiliares: .....0,75 p.u.;
- Potência dos auxiliares corrigida:.....31,64 kW;
- Potência requerida pela instalação: .....133,00 kW;
- Tipo de contratação: .....tarifa binômia.

$$D = \frac{(a + b + c + d + e)}{fp}$$

onde:

$$a = 101,35 \text{ kW}$$

$$b = c = d = 0,00 \text{ kW}$$

$$e = 31,64 \text{ kW}$$

$$fp = 0,95$$

$$D = 140,00 \text{ kVA}$$

- Demanda a ser contratada: .....140,00 kVA.

### 10.2.6 Subestação Principal

A subestação será do tipo monoposte padrão da Concessionária. Os cubículos de medição e do disjuntor são instalados em caixas padrão da Concessionária e montadas em mureta de proteção localizada junto ao poste do transformador e próximas da edificação que abrigará os Quadros de Comando da Estação Elevatória.

A alimentação da nova Unidade de Consumo deverá ser derivada de estrutura existente da Concessionária:

- Estrutura tipo: .....N2
- Cadastro número: .....
- Componente próximo: .....

#### 10.2.6.1 Entrada de Serviço

Para cada instalação acima, a entrada de serviço será constituída por Ramal de Ligação Aéreo.

O Ramal de Entrada será aéreo a partir de estrutura (derivação aérea) conforme mostrado no desenho de arranjo geral do sistema.

Serão empregados materiais elétricos de comprovada qualidade e fabricados em estrita obediência ao preconizado pelas Normas do Órgão Contratante, da Concessionária, ABNT e Normas Internacionais quando aplicáveis.

O **Quadro 10.6** resume a situação para a Estação aqui considerada.

**Quadro 10.6 – Resumo da Situação para a Estação Elevatória (EB-1)**

RAMAL DE LIGAÇÃO	
TIPO	Aéreo
CONDUTOR	CAA 4AWG
POSTE AUXILIAR	400/10

#### **10.2.6.2 Proteção Primária (Lado de 13,8 kV)**

##### **CONTRA SOBRE-TENSÃO**

Pára-raios:

- Tipo:.....óxido de zinco (ZnO);
- Tensão de operação: .....13,8 kV (sistema c/neutro aterrado);
- Capac. de descarga: .....10 kA;
- Cond. escoamento: .....50 mm<sup>2</sup>
- Instalação: .....estrutura da SE.

##### **CONTRA SOBRE-CORRENTE E CURTO CIRCUITO**

Corta Circuito Fusível:

- Tipo:.....monopolar;
- Tensão de operação: .....13,8 kV (sistema c/neutro aterrado);
- Corrente nominal:.....100 A;
- Elos Fusíveis:.....8 K (dimensionados pela Concessionária);
- Instalação: .....estrutura da SE.

#### **10.2.6.3 Proteção Secundária (Lado de 380 V)**

Será obtida mediante a instalação de disjuntor geral na barra de entrada do QGDFC.

Os disjuntores serão dotados de disparador eletrônico de sobrecorrente para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, demais características conforme abaixo e mostrado no diagrama unifilar.

Disjuntor Tripolar Geral

- Tipo do disjuntor: .....caixa moldada;
- Tensão de Isolamento:.....500 V;
- Máxima corrente de operação:.....250 A;
- Faixa ajuste para sobrecarga: .....200-250 A;
- Capac. de interrupção: .....>= 40 kA.

#### 10.2.6.4 Aterramento da Subestação/Estação

A instalação terá todos os equipamentos: pára-raios, carcaça e neutro do transformador, quadro de medição, CCM's e demais partes metálicas (não energizadas), devidamente aterradas, constituindo um sistema único de aterramento, mediante o emprego de cabo de cobre nu, flexível, têmpera mole, conforme descrito na memória de cálculo.

O sistema de aterramento consistirá de cabo e eletrodos de aterramento com as seguintes características:

- Sistema único, interligado e sem emendas;
- Condutor de escoamento em cabo de cobre nu, têmpera mole;
- Condutor de escoamento dos pára-raios de 15 kV terá seção de 50 mm<sup>2</sup>;
- Condutor da malha de terra terá seção de 35 mm<sup>2</sup>;
- Haste de aterramento, em aço com revestimento de cobre;
- Posição de enterramento na vertical, em formação de malha;
- A resistência final do sistema de aterramento não deverá ser superior a 10 ohms em qualquer época do ano.

#### 10.2.6.5 Resumo do Sistema de Aterramento

- Condutor de Escoamento, cobre nu: .....35 mm<sup>2</sup>;
- Tipo da haste: .....aço cobreado;
- Diâmetro da haste de terra:.....5/8";
- Comprimento da haste de terra:.....2,40 m;
- Quantidade de hastes usadas na malha: ...14 unid;
- Eletroduto de proteção (cond. descida):.....1" PVC;
- Cabos da malha de terra - cobre nu: .....35 mm<sup>2</sup>.

#### 10.2.7 Medição de Faturamento

Considerando as potências instaladas na subestação, a medição será feita no lado do circuito conforme preconizam as Normas da Concessionária.

Será feita a medição de energia ativa (kW-h), demanda (kW) e, à critério da Concessionária, a medição de energia reativa (kVAr-h).

#### 10.2.8 Cabos de Energia, Comando e Controle

Alta Tensão: (trecho aéreo)			1/0 AWG-CAA
baixa tensão	380V:	fios de cobre, têmpera mole, encordoamento classe 5, com isolação de	composto termofixo (EPR/XLPE), cobertura de PVC, tipo unipolar, classe de tensão de 0,6/1 kV de acordo com as Normas da ABNT.
cabos de energia, controle e comando			

Cabos Condutores	Seção (mm²)	P/Fase
Secund. do Transformador	120,0	1
Ramal dos Motores (7,5 cv)	4,0	1
Ramal dos Motores (40 cv)	25,0	1
Serviços Auxiliares	6,0	1
	4,0	1
	2,5	1

Instalação - Os cabos (alimentação dos motores, iluminação, etc.) serão instalados de forma mista (canaleta, eletrocalha, duto flexível, etc.) conforme mostrado nos detalhes do projeto.

### 10.2.9 Conexões Elétricas

Todas as conexões elétricas serão do tipo “a parafuso/cavilhada” com arruela de pressão.

Não serão empregadas conexões soldadas (com exceção das conexões especiais do sistema de aterramento que poderão ser do tipo solda heterogênea ou exotérmica).

### 10.2.10 Proteção Contra Incêndio

Foram previstos dois extintores de incêndio de 8kg, Classe "C", sendo: um de pó químico seco instalado próximo do CCM e outro de CO<sub>2</sub> instalado próximo aos conjuntos de moto-bombas.

### 10.2.11 Condições Operacionais

#### 10.2.11.1 Proteção de Motores dos Conjuntos Moto-bombas

Os estudos demonstrados no capítulo da Memória de Cálculo relativo às condições de partida desses motores, concluem pela necessidade do emprego de método de partida com limitação da corrente em razão dos valores encontrados para a Queda de Tensão decorrente da partida dos mesmos.

Dessa forma torna-se necessária a adoção de dispositivos atenuadores de corrente de partida, resultando, para este projeto na aplicação de acionadores de partida tipo Chave Estática automática, com valores calculados para as quedas de tensão dentro dos limites preconizados pela NBR-5410/97.

- **EB-1/1:**
  - Motor trifásico: .....7,5 cv (3.510 rpm);
  - Proteção do ramal:.....disjuntor motor In = 25 A;
  - Acionamento partida: .....chave estática In = 20 A;
  - Proteção do motor:.....relé sobrecarga 11-16 A;
  - Corr. fator potência: .....capacitor trifásico 1,5 kVAr.



- **EB-1/2:**
  - Motor trifásico: .....40 cv (3.560 rpm);
  - Proteção do ramal: .....disjuntor motor In = 100 A;
  - Acionamento partida: .....chave estática In = 63 A;
  - Proteção do motor: .....relé sobrecarga 45-63 A;
  - Corr. fator potência: .....capacitor trifásico 6 kVAr.

#### **10.2.11.2 Operação dos Conjuntos das Bombas**

Os conjuntos de moto-bombas operarão de acordo com rotina operacional estabelecida pelo órgão gerenciador das instalações de bombeamento. A configuração física da Estação prevê a necessidade de ter sempre um conjunto como Reserva Operacional. Estarão portanto inseridas nas atribuições do sistema de automação as rotinas de:

- 1 - determinação do ciclo diário de operação das bombas;
- 2 - rodízio entre os conjuntos (alternância entre as bombas) em determinado ciclo;
- 3 - escalonamento das partidas sucessivas, evitando-se a partidas simultâneas;
- 4 - partida/parada comandada pela válvula controladora de bomba;
- 5 - partida/parada em função das informações externas: nível, pressão, vazão, etc;
- 6 - incorporar proteções contra: falta de tensão, sobrecorrente, inversão de fase, etc.

NOTA: O projeto do sistema de automação da Estação Elevatória e demais componentes hidráulicos, não é parte integrante do escopo deste Projeto Básico e será tratado em documentação específica sobre o assunto.

### **10.3 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-2**

#### **10.3.1 Finalidade**

Este item tem como finalidade descrever o escopo do fornecimento de energia elétrica ao sistema hidráulico constituído pela Estação de Bombeamento e seus respectivos Serviços Auxiliares, conforme abaixo:

- Obra: .....Sistema Adutor Capivara;
- Estação de Bombeamento: .....EB-2
- Concessionária: .....SAELPA.

Para a elaboração do Projeto Básico do sistema elétrico, foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

- Planejamento Físico da Área do Projeto;
- Projeto Hidráulico e Civil das Estações Elevatórias de Água;
- Oferta de energia elétrica na região operada pela concessionária local.

### 10.3.2 Critérios de Projeto

O critério do projeto elétrico foi baseado estritamente nas normas da ABNT, Normas Internacionais para equipamentos, e nas normas específicas do órgão contratante e nas da concessionária de energia elétrica local.

### 10.3.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico

Na região predomina oferta de energia derivada de sistema de distribuição em 13.800 Volt, operado pela concessionária local.

A Concessionária deverá considerar, portanto, o sistema já existente para determinação do Ponto de Entrega de Energia – PDE, com estudos para eventual necessidade de reforço no alimentador/ramal de ligação.

### 10.3.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos

As principais premissas para desenvolvimento dos estudos elétricos são:

- As potências instaladas foram calculadas a partir da necessidade total, em kW, das cargas de motores e serviços auxiliares, (considerando o rendimento dos motores e o fator de potência corrigido para 92%) e, subsequentemente, convertida em potência equivalente em kVA, e a seguir, compatibilizadas com o normativo da Concessionária;
- No presente projeto, por considerações de ordem operacional, os motores com potência menor ou igual a 5 cv poderão ser acionados por partida direta à plena tensão. Acima dessa potência os motores deverão ser acionados pelo método de redução de tensão mediante o emprego de acionador de partida tipo Chave Estática;
- Os motores trifásicos serão alimentados no nível de tensão de 380V;
- As cargas dos serviços auxiliares (iluminação e tomadas para eventual serviço de manutenção), deverão ser alimentadas em 380/220V a cinco condutores, sistema TNS;
- Os condutores elétricos foram dimensionados levando em conta a capacidade de condução em condições de regime das cargas, da condição de curto circuito e, queda de tensão na partida dos motores;
- Nas condições acima, foram realizadas simulações para determinação das condições técnicas de projeto para o dimensionamento da rede de alimentação dos motores, a fim de assegurar níveis aceitáveis de queda de tensão, em regime, conforme preconiza a NBR-5410/97. Foi considerado, também como premissa, o limite de 10% para a queda de tensão, no ramal do motor em relação ao PDE, no ato de partida do mesmo;
- Para assegurar maior confiabilidade ao sistema de MPCC, (medição, proteção, comando e controle), deverá ser prevista, para alimentação dos circuitos de comando dos equipamentos, a instalação de estabilizador de tensão, a fim de garantir tensão estabilizada (220V) e imune aos transientes decorrentes das partidas dos motores;

- O projeto de iluminação, interna e externa, foi desenvolvido propondo uma solução simples, porém bastante confiável e eficiente, sob o ponto de vista da luminotécnica;
- Foi considerado para cálculo, o nível de iluminância de 300 lux para a iluminação interna e de 12 lux para as áreas externas;
- O projeto de sistema de aterramento das estações, subestações e dos equipamentos elétricos, foi desenvolvido observando o critério de segurança física para o pessoal de operação e, de proteção dos equipamentos quanto a eventuais surtos de tensão decorrentes de manobras, e/ou, descargas atmosféricas;
- O SPDA foi desenvolvido com base no modelo eletro-geométrico e em função de informações estatísticas quanto ao nível cerâmico da região;
- Em virtude da legislação tarifária, o Fator de Potência da instalação deverá situar-se, no mínimo, em 92%. A compensação será feita mediante a injeção de reativos com o uso de capacitores trifásicos, para correção da energia reativa demandada pelos motores.

### **10.3.5 Subestação – Situação e Localização**

#### **10.3.5.1 Finalidade**

Conforme descrito precedentemente, o presente projeto destina-se ao suprimento de energia elétrica para atendimento das cargas principais (motores elétricos de acionamento de bombas hidráulicas para abastecimento de água) e demais cargas auxiliares (iluminação interna e externa, e tomadas de energia para eventuais pequenos serviços de manutenção) da Estação Elevatória componente do presente Projeto.

Para o referido Programa, a concepção hidráulica prevê a construção da Estação Elevatória de Água, conforme mostrado no desenho de Concepção Geral do Sistema.

#### **10.3.5.2 Condições Gerais do Sistema Elétrico**

Sistema trifásico a cinco condutores TN-S:

- Tensão de alimentação das cargas: .....380 V;
- Fator de potência final da instalação: .....0,92 pu;
- Motores de potência menor a: .....5 cv (liga com partida direta);
- Motores de potência igual ou maior a: .....15 cv (requer subestação primária);
- Demanda total igual ou maior a: .....15 kVA (requer subestação primária).

#### **10.3.5.3 Características da Instalação e da Estação**

- Instalação com motores elétricos de: .....40 cv;
- Quantidade de motores instalados: .....3 ud;
- Quantidade de motores em reserva: .....1 ud.

#### 10.3.5.4 Características dos Motores

As características dos motores da Estação de Bombeamento EB-2 está apresentado no **Quadro 10.7**.

**Quadro 10.7 – Características dos Motores (EB-2)**

Motor	Potência (cv)	Número de Polos	Ip/Ir	$\rho = 100\%$ Carga	$\cos\phi = 100\%$ Carga	$\cos\phi =$ na Partida
Bomba Principal	40	3.560	7,80	0,910	0,880	0,35

#### 10.3.5.5 Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas

As cargas elétricas instaladas na estação estão demonstradas no **Quadro 10.8** correspondente ao apresentado na respectiva memória de cálculo.

**Quadro 10.8 – Potência da Instalação – Potência Efetiva em Motores e Outras Cargas (EB-2)**

Estação	Carga 3 $\phi$	Quant.	Potência		Total Instalado (kW)
			cv	kW	
Motor trifásico - bombas		3	40	29,44	58,88
Iluminação Interna				0,60	6,00
Iluminação Externa				0,80	0,80
Tomada 3 $\phi$ / manutenção		2		21,06	21,06
Tomada 1 $\phi$ / manutenção		4		8,78	8,78
Total das cargas instaladas (kW)					90,12
Total das cargas equivalente em (kVA)					86,64

#### 10.3.5.6 Potência da Subestação Primária

- Potência do Transformador em kVA:.....112,5 kVA;
- Tensão primária de alimentação da SE:.....13.800 Volt;
- Tensão secundária de alimentação das cargas:.....380 Volt;
- Reserva de Potência em Transformador: .....25,86 kVA.

#### 10.3.5.7 Cálculo da Demanda para Comercialização com a Concessionária

- Potência nominal do motor:.....29,44 kW;
- Motores em operação: .....2 ud;
- Potência requerida pelos motores:.....58,88 kW;
- Potência dos auxiliares: .....31,24 kW;
- Fator de demanda dos auxiliares: .....0,75 p.u.;
- Potência dos auxiliares corrigida:.....23,43 kW;
- Potência requerida pela instalação: .....82,31 kW;
- Tipo de contratação: .....tarifa binômia.

$$D = \frac{(a + b + c + d + e)}{fp}$$

onde:

$$a = 58,88 \text{ kW}$$

$$b = c = d = 0,00 \text{ kW}$$

$$e = 23,43 \text{ kW}$$

$$fp = 0,95$$

$$D = 86,64 \text{ kVA}$$

- Demanda a ser contratada: .....86,64 kVA.

### 10.3.6 Subestação Principal

A subestação será do tipo monoposte padrão da Concessionária. Os cubículos de medição e do disjuntor são instalados em caixas padrão da Concessionária e montadas em mureta de proteção localizada junto ao poste do transformador e próximas da edificação que abrigará os Quadros de Comando da Estação Elevatória.

A alimentação da nova Unidade de Consumo deverá ser derivada de estrutura existente da Concessionária:

- Estrutura tipo: .....N2
- Cadastro número: .....
- Componente próximo: .....

#### 10.3.6.1 Entrada de Serviço

Para cada instalação acima, a entrada de serviço será constituída por Ramal de Ligação Aéreo.

O Ramal de Entrada será aéreo a partir de estrutura (derivação aérea) conforme mostrado no desenho de arranjo geral do sistema.

Serão empregados materiais elétricos de comprovada qualidade e fabricados em estrita obediência ao preconizado pelas Normas do Órgão Contratante, da Concessionária, ABNT e Normas Internacionais quando aplicáveis.

O **Quadro 10.9** resume a situação para a Estação aqui considerada.

**Quadro 10.9 – Resumo da Situação para a Estação Elevatória (EB-2)**

RAMAL DE LIGAÇÃO	
TIPO	Aéreo
CONDUTOR	CAA 4AWG
POSTE AUXILIAR	400/10

### **10.3.6.2 Proteção Primária (Lado de 13,8 kV)**

#### **CONTRA SOBRE-TENSÃO**

Pára-raios:

- Tipo:.....óxido de zinco (ZnO);
- Tensão de operação: .....13,8 kV (sistema c/neutro aterrado);
- Capac. de descarga: .....10 kA;
- Cond. escoamento: .....50 mm<sup>2</sup>
- Instalação: .....estrutura da SE.

#### **CONTRA SOBRE-CORRENTE E CURTO CIRCUITO**

Corta Circuito Fusível:

- Tipo:.....monopolar;
- Tensão de operação: .....13,8 kV (sistema c/neutro aterrado);
- Corrente nominal:.....100 A;
- Elos Fusíveis:.....6 K (dimensionados pela Concessionária);
- Instalação: .....estrutura da SE.

### **10.3.6.3 Proteção Secundária (Lado de 380 V)**

Será obtida mediante a instalação de disjuntor geral na barra de entrada do QGDFC.

Os disjuntores serão dotados de disparador eletrônico de sobrecorrente para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, demais características conforme abaixo e mostrado no diagrama unifilar.

Disjuntor Tripolar Geral

- Tipo do disjuntor: .....caixa moldada;
- Tensão de Isolamento:.....500 V;
- Máxima corrente de operação:.....200 A;
- Faixa ajuste para sobrecarga: .....160-200 A;
- Capac. de interrupção: .....>= 40 kA.

### **10.3.6.4 Aterramento da Subestação/Estação**

A instalação terá todos os equipamentos: pára-raios, carcaça e neutro do transformador, quadro de medição, CCM's e demais partes metálicas (não energizadas), devidamente aterradas, constituindo um sistema único de aterramento, mediante o emprego de cabo de cobre nu, flexível, têmpera mole, conforme descrito na memória de cálculo.

O sistema de aterramento consistirá de cabo e eletrodos de aterramento com as seguintes características:

- Sistema único, interligado e sem emendas;
- Condutor de escoamento em cabo de cobre nu, têmpera mole;

- Condutor de escoamento dos pára-raios de 15 kV terá seção de 50 mm<sup>2</sup>;
- Condutor da malha de terra terá seção de 35 mm<sup>2</sup>;
- Haste de aterramento, em aço com revestimento de cobre;
- Posição de enterramento na vertical, em formação de malha;
- A resistência final do sistema de aterramento não deverá ser superior a 10 ohms em qualquer época do ano.

#### 10.3.6.5 Resumo do Sistema de Aterramento

- Condutor de Escoamento, cobre nu: .....35 mm<sup>2</sup>;
- Tipo da haste: .....aço cobreado;
- Diâmetro da haste de terra:.....5/8";
- Comprimento da haste de terra:.....2,40 m;
- Quantidade de hastes usadas na malha: ...14 unid;
- Eletroduto de proteção (cond. descida):.....1" PVC;
- Cabos da malha de terra - cobre nu: .....35 mm<sup>2</sup>.

#### 10.3.7 Medição de Faturamento

Considerando as potências instaladas na subestação, a medição será feita no lado do circuito conforme preconizam as Normas da Concessionária.

Será feita a medição de energia ativa (kW-h), demanda (kW) e, à critério da Concessionária, a medição de energia reativa (kVAr-h).

#### 10.3.8 Cabos de Energia, Comando e Controle

Alta Tensão: (trecho aéreo)	1/0 AWG-CAA
baixa tensão 380V: cabos de energia, controle e comando	fios de cobre, têmpera mole, encordoamento classe 5, com isolação de composto termofixo (EPR/XLPE), cobertura de PVC, tipo unipolar, classe de tensão de 0,6/1 kV de acordo com as Normas da ABNT.

Cabos Condutores	Seção (mm <sup>2</sup> )	P/Fase
Secund. do Transformador	95,0	1
Ramal dos Motores	25,0	1
Serviços Auxiliares	6,0	1
	4,0	1
	2,5	1

Instalação - Os cabos (alimentação dos motores, iluminação, etc.) serão instalados de forma mista (canaleta, eletrocalha, duto flexível, etc.) conforme mostrado nos detalhes do projeto.

#### 10.3.9 Conexões Elétricas

Todas as conexões elétricas serão do tipo “a parafuso/cavilhada” com arruela de pressão.

Não serão empregadas conexões soldadas (com exceção das conexões especiais do sistema de aterramento que poderão ser do tipo solda heterogênea ou exotérmica).

### **10.3.10 Proteção Contra Incêndio**

Foram previstos dois extintores de incêndio de 8kg, Classe "C", sendo: um de pó químico seco instalado próximo do CCM e outro de CO<sub>2</sub> instalado próximo aos conjuntos de moto-bombas.

### **10.3.11 Condições Operacionais**

#### ***10.3.11.1 Proteção de Motores dos Conjuntos Moto-bombas***

Os estudos demonstrados no capítulo da Memória de Cálculo relativo às condições de partida desses motores, concluem pela necessidade do emprego de método de partida com limitação da corrente em razão dos valores encontrados para a Queda de Tensão decorrente da partida dos mesmos.

Dessa forma torna-se necessária a adoção de dispositivos atenuadores de corrente de partida, resultando, para este projeto na aplicação de acionadores de partida tipo Chave Estática automática, com valores calculados para as quedas de tensão dentro dos limites preconizados pela NBR-5410/97.

- Motor trifásico: .....40 cv (3.560 rpm);
- Proteção do ramal: .....disjuntor motor In = 100 A;
- Acionamento partida: .....chave estática In = 63 A;
- Proteção do motor: .....relé sobrecarga 45-63 A;
- Corr. fator potência: .....capacitor trifásico 6 kVAR.

#### ***10.3.11.2 Operação dos Conjuntos das Bombas***

Os conjuntos de moto-bombas operarão de acordo com rotina operacional estabelecida pelo órgão gerenciador das instalações de bombeamento. A configuração física da Estação prevê a necessidade de ter sempre um conjunto como Reserva Operacional. Estarão portanto inseridas nas atribuições do sistema de automação as rotinas de:

- 1 - determinação do ciclo diário de operação das bombas;
- 2 - rodízio entre os conjuntos (alternância entre as bombas) em determinado ciclo;
- 3 - escalonamento das partidas sucessivas, evitando-se a partidas simultâneas;
- 4 - partida/parada comandada pela válvula controladora de bomba;
- 5 - partida/parada em função das informações externas: nível, pressão, vazão, etc;
- 6 - incorporar proteções contra: falta de tensão, sobrecorrente, inversão de fase, etc.

NOTA: O projeto do sistema de automação da Estação Elevatória e demais componentes hidráulicos, não é parte integrante do escopo deste Projeto Básico e será tratado em documentação específica sobre o assunto.





## ***11. Sistema de Automação, Medição e Telecomando***

## 11. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO

O Sistema de Automação, Medição e Telecomando, tem a finalidade de aprimorar o controle operacional e de supervisão do Sistema Adutor Capivara, considerando todos os fatores intervenientes, principalmente os de natureza técnico-econômico e operacional, obtidos através de avaliações e experiências funcionais e dos custos dos produtos e equipamentos empregados na operação do sistema.

O projeto deverá considerar, primordialmente, a segurança e a operacionalidade do sistema de abastecimento d'água, de forma a reduzir ao mínimo as paralisações, as perdas de água, prolongar a vida útil dos equipamentos e das instalações, e fornecer informações úteis para programação adequada da operação, manutenção preventiva e corretiva.

### 11.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sistema de automação, telecomando e medição, foi concebido de forma a centralizar na área de administração e controle da Casa de Química da ETA de Capivara, as informações necessárias ao gerenciamento de todo processo hidráulico e elétrico do Sistema Adutor Capivara. As informações sobre as estações de bombeamento, reservatórios e demais componentes estarão disponíveis em tempo real, tais como: volume processado de água bruta, quantidade produzida de água tratada, volumes afluentes e liberados nos reservatórios, pressão nos sistemas, vazões, amperagem das bombas, tipo de parada do sistema e seu tempo, voltagem, níveis d'água nos reservatórios, podendo ser gerado vários tipos de relatórios. O sistema proposto será projetado para permitir a operação na forma automatizada e manual, distintamente.

#### 11.1.1 Telemetria

O termo Telemetria refere-se à medição de grandezas à distância. Qualquer grandeza (física, química, etc.) pode, através do uso de um transdutor adequado e de um meio de comunicação confiável, ser convertida em uma grandeza elétrica do tipo tensão ou corrente. Qualquer delas, devidamente processada, permite a obtenção do valor da grandeza física original.

#### 11.1.2 Telecomando

Por telecomando entende-se o acionamento de dispositivos à distância, pelo envio de um sinal elétrico através de um meio de comunicação.

#### 11.1.3 Tele-Supervisão

A Tele-supervisão consiste na monitoração de um determinado processo à distância. Para visualizar o processo, pode ser utilizado um display ou uma tela de microcomputador, onde os diversos dispositivos usados no processo estejam devidamente representados e as informações estejam sendo enviadas no modo on line. Através da tele-supervisão, é possível verificar o status de eventos que estão ocorrendo em um ponto distante, tais como:

- se um motor está ligado ou desligado;
- se uma válvula está aberta ou fechada;
- se uma rede elétrica está energizada ou não.

#### **11.1.4 Telealarme**

O Telealarme permite que na ocorrência de qualquer evento, previamente definido, seja enviado um conjunto de códigos, do ponto remoto onde ocorreu o evento, para a unidade central, de modo que qualquer anormalidade existente no processo seja perfeitamente identificada, no modo on line. A função do telealarme pode sinalizar, por exemplo, que:

- a moto-bomba de nº 1 da elevatória EB-1/2 foi desativada devido a sobrecorrente;
- a moto-bomba de nº 1 da EB-2 foi desligada por falta de fase.

### **11.2 CONTROLE OPERACIONAL DO SISTEMA**

#### **11.2.1 Geral**

Propõe-se que o controle operacional do sistema seja realizado na Casa de Química da ETA, nas opções: automático e manual, com intervenção e informações de todas as unidades integrantes do mesmo.

#### **11.2.2 Dados e Premissas**

Para permitir a concepção da Automação das obras, serão desenvolvidas as seguintes atividades:

- Análise das alternativas de configuração dos sistemas;
- Avaliação do perfil topográfico entre as estações, com base em plantas topográficas na escala 1:100.000;
- Elaborados estudos técnicos para enlaces rádio em VHF e em UHF;
- Estudo da rotina operacional para operação do sistema;
- Estudo dos equipamentos envolvidos no sistema.

#### **11.2.3 Critérios**

As características do sistema de telecomunicação deverão ser determinadas com base nas prescrições estabelecidas pelo Ministério das Comunicações, ANATEL, ABNT, junto com informações de fabricantes tradicionais disponíveis, obtidos em empreendimentos similares ao do Sistema Adutor Proposto.

### **11.3 AUTOMAÇÃO PROPOSTA**

#### **11.3.1 Estações de Bombeamento**

As Estações de Bombeamento serão supervisionadas e controladas em função do nível de água dos reservatórios a jusante ou Stand-Pipes ou Calha Parshall, o(s) qual(ais) será(ão) abastecido(s) pela operação das bombas localizadas nas Estações de Bombeamento de montante, bem como pelo nível d'água no reservatório (montante) supridor.

A supervisão e o controle do nível de água no(s) reservatório(s) será feita por medidores de nível, ajustados em função da quantidade de bombas para recalque instaladas na Estação de montante, e do ciclo de operação projetado para o projeto de

abastecimento, compatível com a demanda d'água para cada localidade atendida pelo Sistema Adutor Capivara.

A concepção de projeto para o atendimento da vazão de cada Estação de Bombeamento considera uma bomba em regime de reserva efetiva para todas as Estações de Bombeamento; a vazão nominal será atendida por apenas um conjunto motobomba, com um conjunto de reserva, instalado em regime de "stand by" para EB-1/1 ou dois conjuntos motobombas, com um conjunto de reserva para as EB-1/2 e EB-2 e quatro conjuntos motobombas, com um de reserva para EB Captação.

O gerenciamento das ordens de partida/parada das bombas será feito por Controladores Lógicos Programáveis - CLPs instalados nas Estações de montante.

Os sinais analógicos/digitais necessários à operação/interpretação dos CLPs serão transmitidos por linha física (cabos de controle) ou por meio de ondas de rádio VHF/UHF a depender das distancias e relevo topográfico entre as Estações de Bombeamento.

A partida e a parada das bombas serão efetuadas de modo escalonado / sucessivo, uma por uma, com defasagem maior entre duas partidas e menor entre duas paradas, e não simultâneo, evitando assim, o desgaste dos motores, a sobrecarga da rede elétrica e/ou a rejeição de carga em decorrência de perturbações operacionais na rede elétrica de fornecimento de energia.

O Controlador Lógico Programável efetuará o rodízio da sequência de entrada em operação das bombas, sempre que for iniciado um novo ciclo de trabalho.

Por novo ciclo de trabalho, entende-se o ciclo seguinte a cada vez que o reservatório encher. Ou seja, ao ser desligada a última bomba que se encontrava em operação encerra-se um ciclo de trabalho; ao ser necessário novo bombeamento para reposição do reservatório, será iniciado novo ciclo de trabalho. Nessa situação, será realizado inicialmente o rodízio das bombas para novo ciclo de operação das mesmas.

O CLP além de prever situações de contingências decorrentes de anormalidades operacionais, de naturezas elétrica, hidráulica ou mecânica, deverá realizar as seguintes funções relativas aos equipamentos elétricos:

- ordem de partida dos grupos;
- sequência de religação dos grupos;
- segurança dos grupos;
- segurança da estação;
- sinalização e sequência de alarmes.

O CLP deverá levar em conta a integridade das informações que deverão ser supervisionadas / controladas. O CLP deverá ser dimensionado para o equipamento completo da Estação (para os grupos instalados).

Antes de consideradas pelo CLP, todas as informações serão temporizadas pelo programa (ajustagem de 0 a 3 minutos, pelo menos, para falhas hidráulicas), afim de não perturbar o funcionamento com falhas fictícias. As informações levadas em conta serão em seguida memorizadas pelo Controlador.

É importante considerar que as seguranças do grupo intervirão ao nível de cada grupo. Ao contrário, as seguranças gerais da Estação, param o conjunto do grupo em operação.

As seguintes seguranças operacionais deverão ser previstas:

- nível baixo de sucção;
- paradas de emergência (de ordem elétrica / mecânica / hidráulica);
- falha na alimentação de energia;
- ação dos termostatos dos transformadores (quando existente);
- ação do relé Bucholtz dos transformadores (quando existente);
- disjuntor de baixa tensão aberto;
- falha no sentido de rotação de fases.

Em, resumo, o automatismo da Estação de Bombeamento deverá obedecer, em princípio, ao estabelecido no diagrama funcional lógico apresentado na **Figura 11.1**.

### 11.3.2 Interdependência Entre as Estações de Bombeamento

O **Quadro 11.1** apresenta as condições de interdependência entre as Estações de Bombeamento e os Reservatórios que serão abastecidos pela respectiva(s) bomba(s) (Poço de Sucção de EB ou Stand-pipe ou Calha Parshall). Os sensores de níveis instalados nesses reservatórios deverão enviar sinais de comando para os CLPs da estação de montante para a programação de LIGAR/ DESLIGAR das bombas de recalque.

**Quadro 11.1 – Condições de Interdependência entre as Estações de Bombeamento**

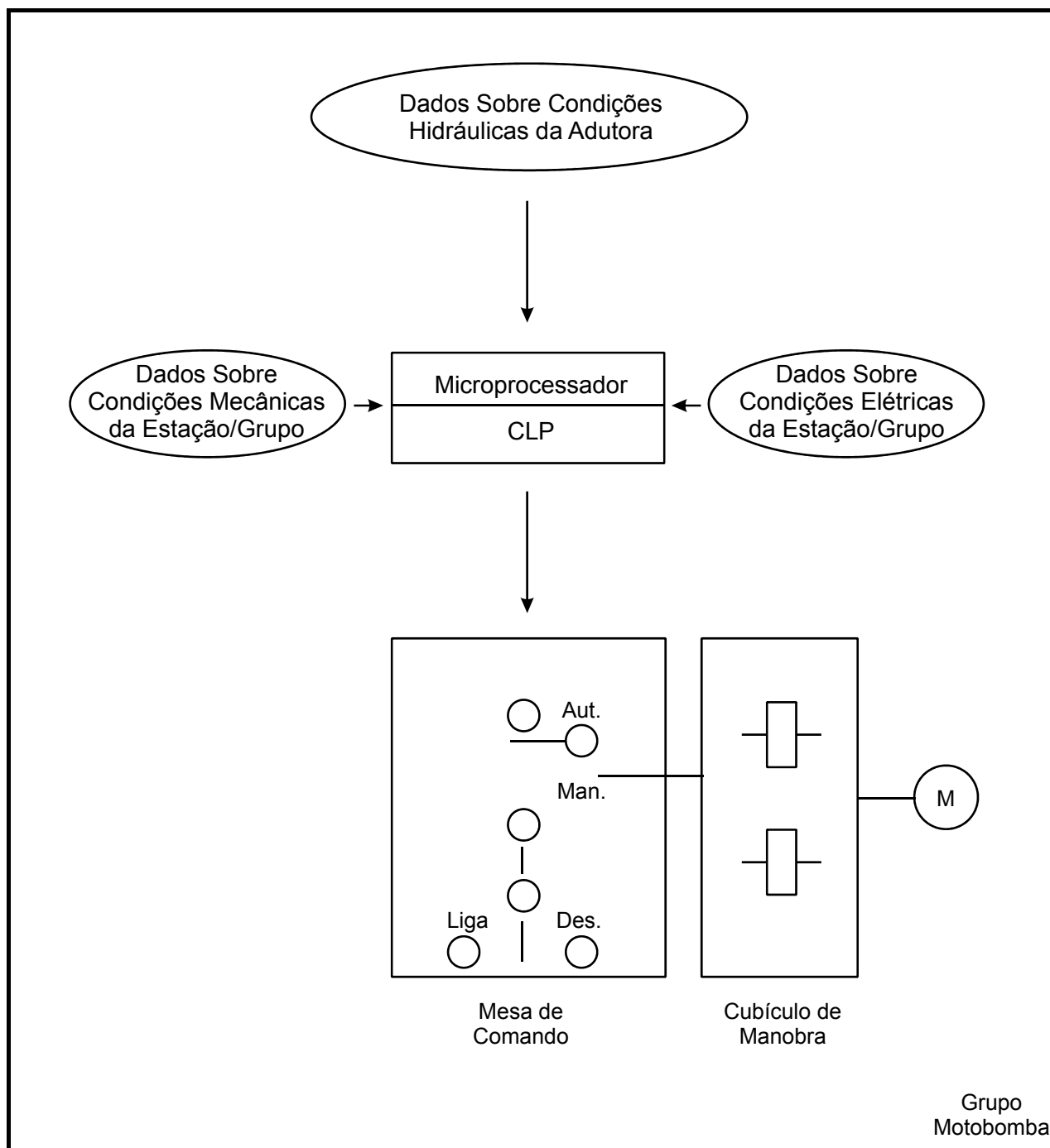
Estação de Bombeamento	Nº de Bombas	Relação de Dependência
EB de Captação (Esta estação só funcionará quando o nível de água do Reservatório da Barragem Capivara for inferior à cota 354,00)	4+1	Controlada pelo Nível d'Água na Entrada da Calha Parshall
EB1/1 (Recalque para suprimento do Stand-pipe 1)	1+1	Controlada pelo Nível d'Água do Stand-pipe
EB1/2 (Recalque para suprimento de Uiraúna e Poço de Sucção da EB2)	2+1	Controlada pelo nível d'água do reservatório de Uiraúna e Poço de Sucção da EB2
EB2 (Recalque para suprimento de Vieirópolis, Lastro, Santa Cruz, São Pedro e São Francisco)	2+1	Controlada pelo nível d'água do Stand-pipe situado a jusante

As Estações de Bombeamento, além de serem acionadas na Casa de Química da ETA, a partir de comando automático ou manual. Serão acionadas também “in loco” se necessário, pelo operador.

### 11.3.3 Automação dos Stand-pipes 1 e 2

Os Stand-pipes 1 e 2 serão supervisionados e controlados em função do nível de água, o(s) qual(ais) será(ao) abastecido(s) pelas bombas localizadas nas estações de bombeamento de montante (EB-1/1 e EB-2).

**Figura 11.1 – Diagrama Funcional Simplificado de Automação das Estações de Bombeamento**



A supervisão e controle do nível de água no(s) reservatório(s) será feita por medidores de nível ultra-sônico, os quais informarão aos CLPs os dados necessários para acionamento e/ou desligamento do SOFT STARTER, como também sinais de alarme de nível mínimo ou máximo.

Os medidores de vazão eletromagnéticos foram previstos nas saídas das Estações de Bombeamento.

#### **11.4 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO PROPOSTO PARA CADA UNIDADE DO SISTEMA ADUTOR CAPIVARA**

##### **11.4.1 Estação de Bombeamento de Captação**

A Estação de Bombeamento de Captação, será dotada de 04 (quatro) conjuntos motobombas (4+1R) a serem instaladas em uma área situada a jusante da Barragem Capivara.

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento situada na Casa de Química da ETA de Capivara, via Rádio-Modem:

###### **a) Elétricos**

- Amperagem dos motores elétricos;
- Estado ON/OFF das bombas;
- Temperatura dos mancais;
- Estudos de defeitos (bomba parada por falta de fase, sobrecorrente, subtensão).

###### **a) Hidráulicos**

- Vazão na saída do barrilete de recalque;
- Pressão na saída do barrilete de recalque.

##### **11.4.2 Estação de Bombeamento EB-1/1**

A Estação de Bombeamento EB-1/1, será dotada de 02 (dois) conjuntos motobombas (1+1R) a serem instaladas no interior da EB-1.

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento situada na Casa de Química da ETA de Capivara, via Rádio-Modem:

###### **b) Elétricos**

- Amperagem dos motores elétricos;
- Estado ON/OFF das bombas;
- Temperatura dos mancais;
- Estudos de defeitos (bomba parada por falta de fase, sobrecorrente, subtensão).

###### **c) Hidráulicos**

- Vazão na saída do barrilete de recalque;
- Pressão na saída do barrilete de recalque.

### 11.4.3 Estação de Bombeamento EB-1/2

Estação de Bombeamento que supre todas as localidades do Sistema Adutor Capivara com exceção de Poço de José de Moura. Dotada de 03 (três) unidades motobombas, sendo 02 (duas) ativas e 01 (uma) de reserva.

Nesta unidade serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento, situada na Casa de Química da ETA, via Rádio-Modem:

#### a) Elétricos

- Amperagem dos motores elétricos;
- Estudo ON/OFF das bombas;
- Temperatura dos mancais;
- Estudos de defeitos (bomba parada por falta de fase, sobrecorrente, subtensão).

#### b) Hidráulicos

- Vazão na saída do barrilete;
- Pressão na saída do barrilete.

### 11.4.4 Estação de Bombeamento EB-2

Estrutura de concreto armado, onde estarão abrigadas 03 (três) conjuntos motobombas sendo 02 (duas) ativas e 01 (uma) de reserva.

Serão instalados dispositivos de controle para cada um dos três grupos elevatórios que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento, situada na ETA, via Rádio-Modem:

#### a) Elétricos

- Amperagem dos motores elétricos;
- Estudo ON/OFF das bombas;
- Temperatura dos mancais;
- Estudos de defeitos (bomba parada por falta de fase, sobrecorrente, subtensão).

#### b) Hidráulicos

- Vazão na saída do barrilete;
- Pressão na saída do barrilete.

### 11.4.5 Stand-pipes 1 e 2 e Poço de Sucção da EB-2, que Recebe Água da Derivação da Adutora de Suprimento de Uiraúna

Estão previstos o seguinte equipamento:

- Medidores de nível ultra-sônicos.



## 11.5 EQUIPAMENTOS PREVISTOS

Nas Estações de Bombeamento (EB Captação, EB-1/1, EB-1/2, e EB-2) estão previstos os seguintes equipamentos:

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;
- 01 Rádio modem com antena;
- 01 Medidor de vazão eletro-magnético;
- 01 Medidor de nível ultra-sônico;
- 01 Célula de pressão;
- 01 Transdutor de corrente;
- 01 Transdutor de tensão;
- 01 Liga/desliga conjunto motobomba (CLP).

Nos Stand-pipes 1 e 2 e reservatório de Uiraúna estão previstos os seguintes equipamentos:

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;
- 01 Rádio modem com antena;
- 01 Medidor de nível ultra-sônico.

## 11.6 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES (DADOS DE VOZ)

### 11.6.1 Geral

O fornecimento e montagem deverá compreender estações com as características a serem especificadas.

### 11.6.2 Compatibilidade

As estações de telecomunicação se destinarão à comunicação de dados e voz, entre as Estações de Bombeamento do Sistema Adutor Capivara.

### 11.6.3 Transmissão de Dados

Com o Sistema de Automação proposto, as estações deverão permitir as seguintes funções:

- a) coleta de dados (polling) e, uma vez interrogadas, deverão enviar uma resposta automática para a estação interligada ao Centro de Supervisão e Controle (CSC), a ser instalada na área de administração e controle da ETA Capivara.
- b) transferência de dados de forma totalmente automática sem intervenção de operador.

Figura 11.2 – Sistema de Transmissão de Dados

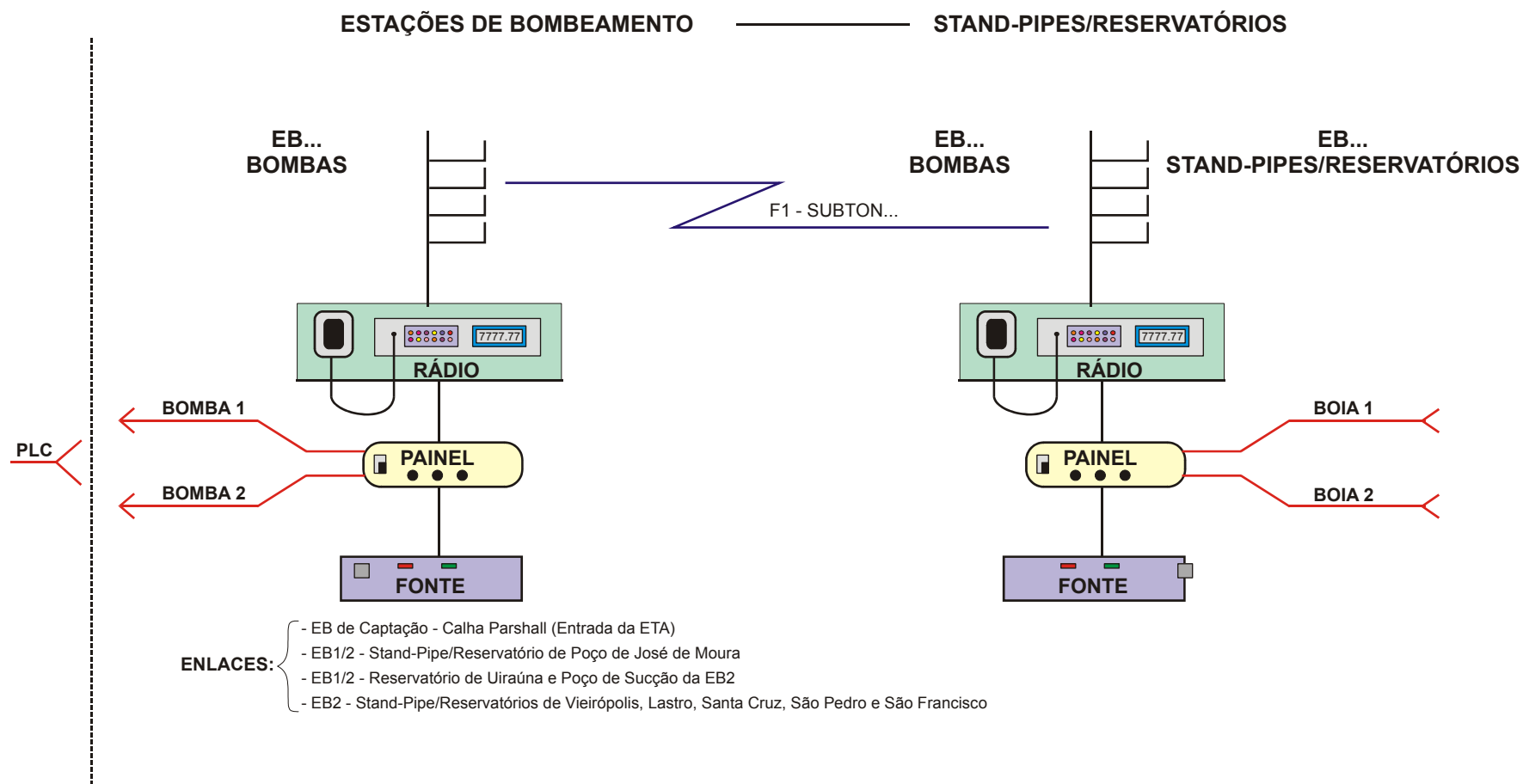
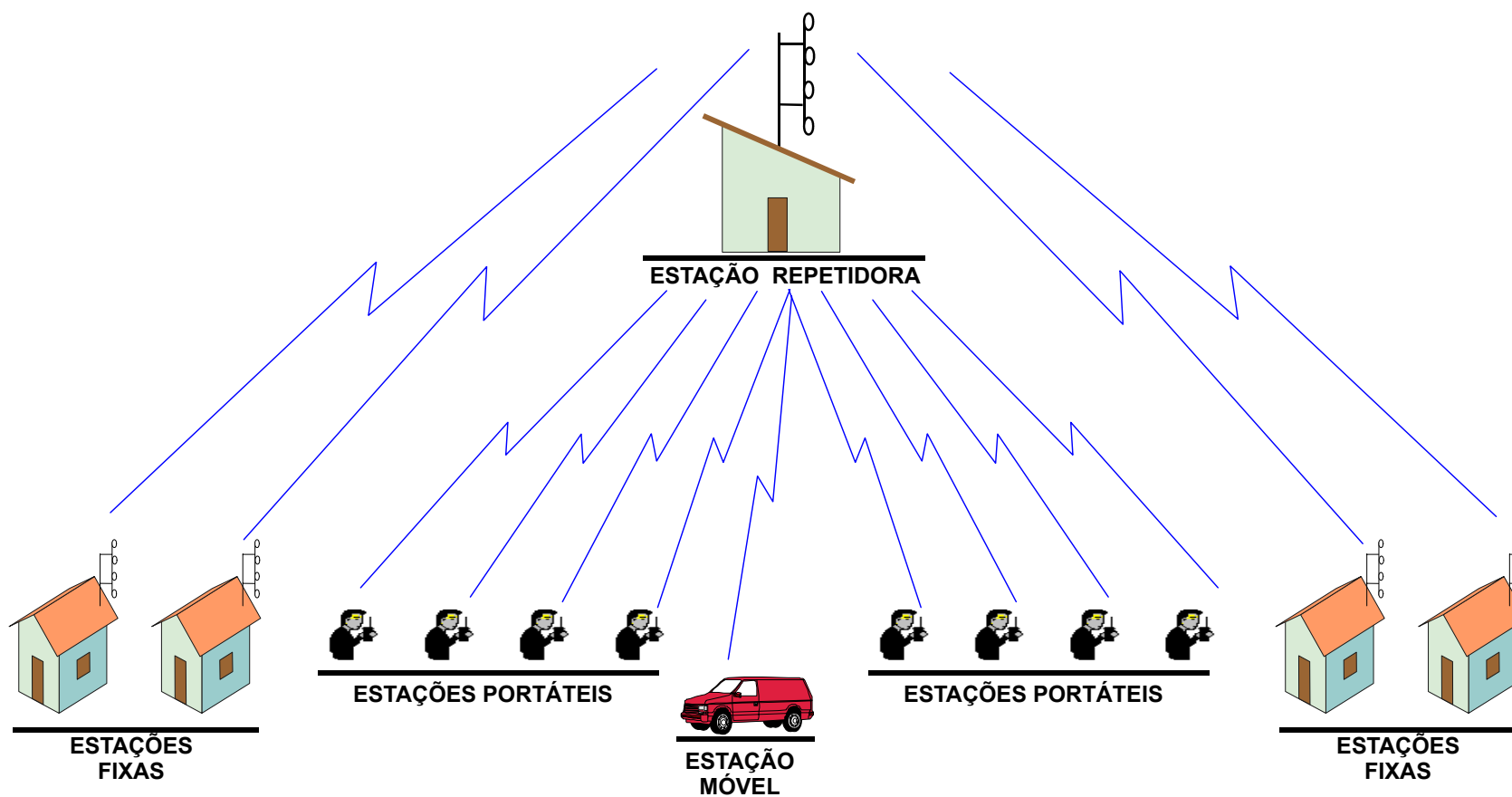


Figura 11.3 – Sistema de Comunicação de Voz



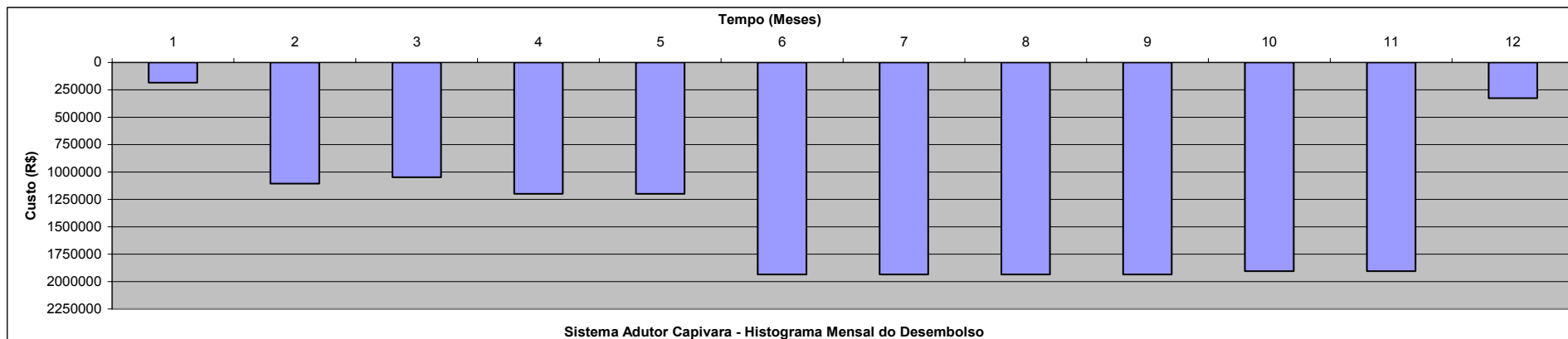


## ***12. Cronograma Físico-Financeiro***



## 12. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Item	Discriminação	Percentual Mensal												
		Mês1	Mês2	Mês3	Mês4	Mês5	Mês6	Mês7	Mês8	Mês9	Mês10	Mês11	Mês12	Total
1	Adutoras, Stand-Pipes, TAUs e Válvulas		6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%	6,03%		60,29%
			1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	1.001.888	10.018.880
2	Estações de Bombeamento				0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%		7,36%
					152.812	152.812	152.812	152.812	152.812	152.812	152.812	152.812	1.222.496	
3	Estação de Tratamento de Água - ETA, Casa de Química, Centro de Produção e Lagoas de Lodo						3,04%	3,03%	3,04%	3,04%	3,04%	3,04%		18,21%
							504.348	504.341	504.348	504.348	504.348	504.348	3.026.081	
4	Reservatórios e Rede de Distribuição						1,40%	1,40%	1,40%	1,40%				5,59%
							232.053	232.053	232.053	232.053			928.212	
5	Automação do Sistema e Testes Operacionais										1,22%	1,22%	1,22%	3,65%
											201.983	201.983	201.983	605.949
6	Instalação de Canteiro	0,48%	0,48%											0,95%
		79.000	79.000											158.000
7	Mobilização e Desmobilização de Equipamentos	0,48%											0,48%	0,95%
		79.000											79.000	158.000
8	Projeto Executivo e Supervisão das Obras	0,15%	0,15%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	3,01%
		25.000	25.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	500.000
Valores Parciais (R\$)		183.000	1.105.888	1.046.888	1.199.700	1.199.700	1.936.101	1.936.094	1.936.101	1.936.101	1.906.031	1.906.031	325.983	
Valores Acumulados (R\$)		183.000	1.288.888	2.335.776	3.535.476	4.735.176	6.671.277	8.607.371	10.543.472	12.479.573	14.385.604	16.291.635	16.617.618	16.617.618





## ***13. Estimativa de Custo***

# ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA  
1/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Capivara

LOCALIDADES: Poço de José de Moura, Uiraúna, Vieirópolis, Lastro, Santa Cruz, São Pedro e São Francisco

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA  
DEZ/2006

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
<b>I</b>	<b>ADUTORA TOMADA D' ÁGUA A ETA</b>	
1	OBRAS CIVIS	6.095,57
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	1.654,16
3	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	27.504,96
	<b>SUBTOTAL I</b>	<b>35.254,69</b>
<b>II</b>	<b>ADUTORA EB1/1 A POÇO DE JOSÉ DE MOURA</b>	
1	OBRAS CIVIS	214.404,82
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	15.056,29
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	25.345,10
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	155.001,60
	<b>SUBTOTAL II</b>	<b>409.807,80</b>
<b>III</b>	<b>ADUTORA EB1/2 A UIRAÚNA</b>	
1	OBRAS CIVIS	451.660,64
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	77.415,84
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	76.077,13
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	1.661.688,84
	<b>SUBTOTAL III</b>	<b>2.266.842,45</b>
<b>IV</b>	<b>ADUTORA EB2 A SANTA CRUZ</b>	
1	OBRAS CIVIS	1.220.252,22
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	236.756,02
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	250.991,94
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	3.721.941,23
	<b>SUBTOTAL IV</b>	<b>5.429.941,40</b>
<b>V</b>	<b>ADUTORA DERIVAÇÃO PARA VIEIRÓPOLIS</b>	
1	OBRAS CIVIS	7.137,18
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	1.082,38
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	1.874,68
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	12.150,00
	<b>SUBTOTAL V</b>	<b>22.244,23</b>

# ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA  
2/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Capivara

LOCALIDADES: Poço de José de Moura, Uiraúna, Vieirópolis, Lastro, Santa Cruz, São Pedro e São Francisco

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA  
DEZ/2006

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
<b>VI</b>	<b>ADUTORA DERIVAÇÃO PARA LASTRO</b>	
1	OBRAS CIVIS	105.732,92
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	10.991,08
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	19.434,07
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	150.092,80
	<b>SUBTOTAL VI</b>	<b>286.250,86</b>
<b>VII</b>	<b>ADUTORA DERIVAÇÃO PARA SÃO FRANCISCC</b>	
1	OBRAS CIVIS	209.429,10
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	15.352,11
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	42.667,38
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	375.348,00
	<b>SUBTOTAL VII</b>	<b>642.796,59</b>
<b>VIII</b>	<b>ADUTORA DERIVAÇÃO PARA SÃO PEDRO</b>	
1	OBRAS CIVIS	44.193,62
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	3.261,80
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	9.373,39
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	94.435,00
	<b>SUBTOTAL VIII</b>	<b>151.263,80</b>
<b>IX</b>	<b>ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE CAPTAÇÃO</b>	
1	OBRAS CIVIS	125.587,90
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	49.598,46
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	71.519,43
	<b>SUBTOTAL IX</b>	<b>246.705,79</b>
<b>X</b>	<b>ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB1</b>	
1	OBRAS CIVIS	239.853,11
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	68.521,85
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	106.803,97
	<b>SUBTOTAL X</b>	<b>415.178,93</b>



# ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA  
3/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Capivara

LOCALIDADES: Poço de José de Moura, Uiraúna, Vieirópolis, Lastro, Santa Cruz, São Pedro e São Francisco

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA  
DEZ/2006

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
<b>XI</b>	<b>ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB2</b>	
1	OBRAS CIVIS	186.871,50
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO	247.939,60
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	48.458,57
4	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	77.338,07
	<b>SUBTOTAL XI</b>	<b>560.607,74</b>
<b>XII</b>	<b>CENTRO DE PRODUÇÃO</b>	
1	OBRAS CIVIS	974.988,51
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO	609.552,13
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	25.435,46
	<b>SUBTOTAL XII</b>	<b>1.609.976,10</b>
<b>XIII</b>	<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA</b>	
1	OBRAS CIVIS	28.254,08
2	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	702.694,80
3	SERVIÇOS E MATERIAIS	180.896,00
4	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDROMECAÑICOS	161.141,65
	<b>SUBTOTAL XIII</b>	<b>1.072.986,53</b>
<b>XIV</b>	<b>CASA DE QUÍMICA</b>	
1	OBRAS CIVIS	87.030,60
2	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	154.880,00
	<b>SUBTOTAL XIV</b>	<b>241.910,60</b>
<b>XV</b>	<b>LAGOAS DE LODO</b>	
1	OBRAS CIVIS	48.595,46
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	11.845,39
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	40.771,46
	<b>SUBTOTAL XV</b>	<b>101.212,31</b>

# ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA  
4/6

**SERVIÇO:** Sistema Adutor Capivara

**LOCALIDADES:** Poço de José de Moura, Uiraúna, Vieirópolis, Lastro, Santa Cruz, São Pedro e São Francisco

**UNID. DO SISTEMA:** RESUMO

**DATA**  
DEZ/2006

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
<b>XVI</b>	<b>TANQUES DE AMORTECIMENTO UNIDIRECIONAIS - TAU's (4 UNIDADES)</b>	
1	OBRAS CIVIS	194.377,79
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	105.545,17
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	61.631,79
	<b>SUBTOTAL XVI</b>	<b>361.554,74</b>
<b>XVII</b>	<b>STAND-PIPES (2 UNIDADES)</b>	
1	OBRAS CIVIS	141.244,75
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	18.219,88
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	5.155,93
	<b>SUBTOTAL XVII</b>	<b>164.620,56</b>
<b>XVIII</b>	<b>CAIXAS DE VÁLVULAS DE BLOQUEIO (10 UNIDADES)</b>	
1	OBRAS CIVIS	10.759,08
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	1.919,16
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	14.796,47
	<b>SUBTOTAL XVIII</b>	<b>27.474,71</b>
<b>XIX</b>	<b>CAIXAS DE VÁLVULAS DE MÚLTIPLA FUNÇÃO</b>	
1	RESERVATÓRIO DE VIEIRÓPOLIS, SÃO PEDRO E SÃO FRANCISCO - TIPO 1	54.788,06
2	RESERVATÓRIO DE POÇO DE JOSÉ DE MOURA - TIPO 2	15.673,33
3	RESERVATÓRIO DE LASTRO - TIPO 3	16.096,97
4	RESERVATÓRIO ELEVADO DE UIRAÚNA - TIPO 4	10.247,76
5	RESERVATÓRIO APOIADO DE UIRAÚNA E RESERVATÓRIO ELEVADO DE SANTA CRUZ - TIPO 5	69.800,78
6	ADUTORA BARRAGEM / EB DE CAPTAÇÃO - TIPO 6	32.678,94
7	ENTRADA DA EB 2 - TIPO 7	21.540,50
	<b>SUBTOTAL XIX</b>	<b>220.826,34</b>
<b>XX</b>	<b>RESERVATÓRIO APOIADO DE UIRAÚNA - 150m³</b>	
1	OBRAS CIVIS	116.565,60
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	13.847,87
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	4.882,28
	<b>SUBTOTAL XX</b>	<b>135.295,75</b>

ESTIMATIVA DE CUSTO		FOLHA 5/6
<b>SERVIÇO:</b> Sistema Adutor Capivara <b>LOCALIDADES:</b> Poço de José de Moura, Uiraúna, Vieirópolis, Lastro, Santa Cruz, São Pedro e São Francisco <b>UNID. DO SISTEMA:</b> RESUMO		<b>DATA</b> DEZ/2006
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
<b>XXI</b>	<b>RESERVATÓRIO ELEVADO DE VIEIRÓPOLIS - 75m³</b>	
1	OBRAS CIVIS	93.210,02
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	17.129,13
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	17.080,24
	<b>SUBTOTAL XXI</b>	<b>127.419,39</b>
<b>XXII</b>	<b>RESERVATÓRIO ELEVADO DE LASTRO - 50m³</b>	
1	OBRAS CIVIS	84.937,25
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	28.072,76
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	17.648,44
	<b>SUBTOTAL XXII</b>	<b>130.658,44</b>
<b>XXIII</b>	<b>RESERVATÓRIO ELEVADO DE SANTA CRUZ - 75m³</b>	
1	OBRAS CIVIS	90.834,48
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	27.775,99
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	21.480,17
	<b>SUBTOTAL XXIII</b>	<b>140.090,64</b>
<b>XXIV</b>	<b>RECUPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS EXISTENTES</b>	
1	RESERVATÓRIO APOIADO DE UIRAÚNA - 300m³	35.000,00
2	RESERVATÓRIO ELEVADO DE UIRAÚNA - 150m³	35.000,00
3	RESERVATÓRIO ELEVADO DE LASTRO - 50m³	33.000,00
4	RESERVATÓRIO ELEVADO DE SÃO PEDRO - 50m³	33.000,00
	<b>SUBTOTAL XXIV</b>	<b>136.000,00</b>
<b>XXV</b>	<b>CHAFARIZ E COCHO PARA ANIMAIS (16 UNIDADES)</b>	
1	OBRAS CIVIS	246.457,78
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	11.041,44
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	1.248,00
	<b>SUBTOTAL XXV</b>	<b>258.747,22</b>

ESTIMATIVA DE CUSTO		FOLHA 6/6
<b>SERVIÇO:</b> Sistema Adutor Capivara <b>LOCALIDADES:</b> Poço de José de Moura, Uiraúna, Vieirópolis, Lastro, Santa Cruz, São Pedro e São Francisco <b>UNID. DO SISTEMA:</b> RESUMO		<b>DATA</b> DEZ/2006
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
<b>XXVI</b>	<b>AUTOMAÇÃO (FORNECIMENTO E MONTAGEM)</b>	
1	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE CAPTAÇÃO	38.071,00
2	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB1/1	43.129,00
3	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB1/2	37.767,00
4	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB2	37.767,00
5	STAND-PIPES 1 E 2 E RESERVATÓRIO APOIADO DE UIRAÚNA E POÇO DE SUCÇÃO DA EB2	117.396,00
6	CENTRAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE (1+1R)	144.840,00
7	ESTAÇÃO REPETIDORA (1+1R)	27.400,00
8	COMUNICAÇÃO DE VOZ	10.800,00
9	EQUIPAMENTOS SOBRESSALENTES	52.080,00
10	SERVIÇOS DE ENGENHARIA	38.000,00
11	MATERIAIS DE MONTAGEM	13.200,00
12	START – UP E MONTAGEM	45.500,00
	<b>SUBTOTAL XXVI</b>	<b>605.950,00</b>
<b>XXVII</b>	<b>INSTALAÇÃO DO CANTEIRO</b>	<b>158.000,00</b>
<b>XXVIII</b>	<b>MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS</b>	<b>158.000,00</b>
<b>XXIX</b>	<b>PROJETO EXECUTIVO E SUPERVISÃO DE OBRAS</b>	<b>500.000,00</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>16.617.617,61</b>