

Governo do Estado da Paraíba
Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia
e do Meio Ambiente - SECTMA



PROÁGUA

SEMI-ÁRIDO

**ELABORAÇÃO DE ESTUDOS TÉCNICOS PRELIMINARES,
DE VIABILIDADE E DO PROJETO BÁSICO
DO SISTEMA ADUTOR CAMALAÚ**

RELATÓRIO DO PROJETO BÁSICO

VOLUME 1 - TOMO I
**MEMORIAL DESCRITIVO DA OBRA, QUANTITATIVOS E CUSTOS,
MEMÓRIA DE CÁLCULO E DETALHAMENTO DOS NÓS**

Apoio:

BANCO MUNDIAL



Recife-PE, Dezembro/2005



**GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
E DO MEIO AMBIENTE - SECTMA**

**ELABORAÇÃO DE ESTUDOS TÉCNICOS PRELIMINARES, DE
VIABILIDADE E DO PROJETO BÁSICO DO
SISTEMA ADUTOR CAMALAÚ**

RELATÓRIO DO PROJETO BÁSICO

**VOLUME 1 - TOMO I
MEMORIAL DESCRITIVO DA OBRA, QUANTITATIVOS E CUSTOS,
MEMÓRIA DE CÁLCULO E DETALHAMENTO DOS NÓS**

APRESENTAÇÃO

Este relatório tem a finalidade de apresentar a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente - SECTMA o Projeto Básico do Sistema Adutor Camalaú.

Este Sistema Adutor possui a finalidade de suprir de água potável as zonas urbanas das cidades de Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e a localidade de Cacimbinha que se situam na parte sudoeste do Planalto da Borborema/PB. Parte das populações rurais serão atendidas através de equipamentos chafarizes, alimentados por derivações nas adutoras.

O presente relatório está dividido em três volumes a saber:

- Volume 1 – Tomo I – Memorial Descritivo da Obra, Quantitativos e Custos, Memória de Cálculo e Detalhamento dos Nós;
Tomo II – Especificações Técnicas de Obras Cíveis, Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamentos Hidroeletromecânicos;
- Volume 2 – Tomo I – Desenhos do Projeto;
Tomo II – Desenhos do Projeto;
Tomo III – Desenhos do Projeto;
Tomo IV – Desenhos do Projeto;
- Volume 3 – Relatório Síntese.

Sumário

LISTA DE TABELAS	IV
LISTA DE FIGURAS	V
1. INTRODUÇÃO	2
2. DADOS BÁSICOS UTILIZADOS NOS ESTUDOS	4
3. ESTUDOS ANTECEDENTES.....	6
4. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	8
4.1 MANANCIAL	8
4.2 CAPTAÇÃO	8
4.3 ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	11
4.4 DERIVAÇÃO PARA ETA CAMALAU	13
4.5 ETA DE CAMALAU – EXISTENTE, ORA EM OPERAÇÃO.....	13
4.6 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-1.....	15
4.7 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA).....	16
4.8 ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA.....	26
4.9 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-2.....	28
4.10 RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO DE CACIMBINHA	29
4.11 ESTRUTURAS DE CONTROLE	30
5. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS.....	32
5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	32
5.2 METODOLOGIA GERAL EMPREGADA PARA O CÁLCULO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO NAS DIVERSAS ADUTORAS DO SISTEMA	32
5.3 ALTERNATIVAS DE PROTEÇÃO DE LINHAS DE RECALQUE	35
5.4 ANÁLISE INDIVIDUAL DAS ADUTORAS E DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO	40
6. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO.....	50
6.1 OBJETIVO.....	50
6.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS	50
6.3 CONTROLE OPERACIONAL DO SISTEMA.....	51
6.4 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO PROPOSTO.....	56
7. MEMÓRIA DE CÁLCULO	63
7.1 CURVA DO SISTEMA DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO FLUTUANTE – EBF	63
7.2 CURVA DO SISTEMA DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-1	66
7.3 CURVA DO SISTEMA DA EB-2/1 - RECALQUE PARA SÃO JOÃO DO TIGRE	69
7.4 CURVA DO SISTEMA DA EB-2/2 - RECALQUE PARA SÃO SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO E ZABELÊ	72
7.5 CURVA DO SISTEMA DA EB-2/3 - RECALQUE PARA CACIMBINHA.....	75
7.6 ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS.....	78
7.7 CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA NO SISTEMA ADUTOR	84
7.8 DIMENSIONAMENTO DAS VÁLVULAS AUTO-OPERADAS	84
7.9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA).....	94
8. SUPRIMENTO ELÉTRICO	105

8.1	CAPTAÇÃO FLUTUANTE	105
8.2	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 1 (EB-1)	128
8.3	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 2 / ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (EB-2/ETA)	159
9.	QUANTITATIVOS E CUSTOS.....	198
10.	ANEXOS	
10.1	ANEXO I – DETALHAMENTO DOS NÓS (PONTO A PONTO)	
10.2	ANEXO II – EVOLUÇÃO DE POPULAÇÃO E DEMANDA	

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Característica das Estruturas de Controle	30
Tabela 5.1 – Dados das Propriedades Físicas da Água à Pressão Atmosférica	35
Tabela 7.1 - Dimensionamento dos TAUs 1 e 2	78
Tabela 7.2 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)....	85
Tabela 7.3 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)	85
Tabela 7.4 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão EB-1 - Geométrica Máxima)	86
Tabela 7.5 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão EB-1 - Geométrica Mínima)	86
Tabela 7.6 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Camalaú - Geométrica Máxima)..	87
Tabela 7.7 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Camalaú - Geométrica Mínima)...	87
Tabela 7.8 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-1 - EB-2 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)...	88
Tabela 7.9 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-1 - EB-2 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima) ...	88
Tabela 7.10 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - São João do Tigre (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)	88
Tabela 7.11 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - São João do Tigre (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)	88
Tabela 7.12 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)	89
Tabela 7.13 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)	89
Tabela 7.14 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Zabelê - Geométrica Máxima)	90
Tabela 7.15 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Zabelê - Geométrica Mínima)	90
Tabela 7.16 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Umbuzeiro - Geométrica Máxima)	91
Tabela 7.17 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Umbuzeiro - Geométrica Mínima)	91
Tabela 7.18 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Cacimbinha (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)	92
Tabela 7.19 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Cacimbinha (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)	92
Tabela 7.20 - Dimensionamento das Válvulas de Múltiplas Funções nas Linhas Principais e Derivações	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Curva de Regularização do Reservatório Camalaú, Considerando Operação com Volume de Alerta	9
Figura 4.2 – Dados do Açude Camalaú	10
Figura 5.1 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-F - Stand-Pipe 1	42
Figura 5.2 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Com Proteção - EB-F - Stand-Pipe 1	43
Figura 5.3 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-1 - Stand-Pipe 2	45
Figura 5.4 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-2/3 - Cacimbinha	47
Figura 5.5 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-2/2 - São Sebastião do Umbuzeiro/Zabelê	48
Figura 7.1 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento Flutuante	65
Figura 7.2 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-1	68
Figura 7.3 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-2/1 para o Reservatório de São João do Tigre	71
Figura 7.4 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-2/2 - São Sebastião do Umbuzeiro/Zabelê	74
Figura 7.5 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-2/3 para o Reservatório de Cacimbinha ...	77

1. Introdução

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem o objetivo de apresentar à SECTMA/PB, no âmbito dos Estudos Técnicos Preliminares, de Viabilidade e do Projeto Básico do Sistema Adutor Camalaú, o Memorial Descritivo das Obras Integrantes desse Sistema Adutor, que é composto dos seguintes elementos:

- Captação Flutuante no Açude Camalaú;
- Estação de Bombeamento Intermediária EB-1;
- Estação de Bombeamento EB-2;
- Estação de Tratamento D'Água (ETA);
- Adutora de derivação para a ETA de Camalaú;
- Adutoras de recalque;
- Adutoras por Gravidade;
- 02 Stand-Pipes;
- 02 Tanques Amortecedores Unidirecionais (TAUs).

2. Dados Básicos Utilizados nos Estudos

2. DADOS BÁSICOS UTILIZADOS NOS ESTUDOS

Para elaboração do Projeto Básico do Sistema Adutor Camalaú, foram utilizados os seguintes dados básicos:

- Levantamento topográfico envolvendo locação, nivelamento e elaboração de levantamento semi-cadastral dos trechos de adução numa extensão de cerca de 90 km;
- Levantamento planialtimétrico das áreas especiais onde foram projetadas Estações de Bombeamento, Stand-Pipes, TAUs, Reservatórios etc.;
- Levantamento geológico – geotécnico, através de execução de tradagens em média, a cada 700 m, ao longo do traçado das adutoras;
- Elementos de Projeto, Memorial Descritivo, Orçamento, Desenhos do Projeto de Ampliação da ETA de Camalaú, elaborado pela CAGEPA.

Para conhecimento da realidade local, além dos dados básicos utilizados, acima citados, foi feita uma visita por parte do corpo técnico da PROJETEC que consubstanciou o diagnóstico dos Sistemas Existentes, que serviu de base para a definição do sistema proposto, cujo projeto básico, ora encaminhamos.

3. Estudos Antecedentes

3. ESTUDOS ANTECEDENTES

Foram elaborados, no âmbito dos Estudos Técnicos Preliminares, de Viabilidade e do Projeto Básico do Sistema Adutor Camalaú, os seguintes estudos antecedentes:

- Relatório Técnico Preliminar (RTP);
- Relatório Final de Viabilidade (RFV).

4. Concepção do Sistema Proposto

4. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

4.1 MANANCIAL

O manancial que irá suprir o sistema proposto é o Açude Camalaú, situado no município de Camalaú, dista cerca de 3,20 km da cidade de Camalaú.

A vazão máxima a ser derivada do reservatório deste Açude, 34,41 l/s é bastante inferior à vazão regularizada com garantia de 95%, deste reservatório, conforme estudos elaborados no âmbito do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – ver Figura 4.1 mostrado a seguir.

$$Q_{95} = 0,34 \text{ m}^3/\text{s} > 0,03441 \text{ m}^3/\text{s}$$

A barragem formadora deste açude, apresenta as seguintes características principais:

- Barragem de Terra/Enrocamento

Altura da Barragem	23,70 m
Extensão de Crista	1.020 m
Vazão Regularizada	278 l/s (garantia 100%)
Deflúvio Médio Anual	47,0 mm
Relação Qreg/Deflúvio	21,17 %

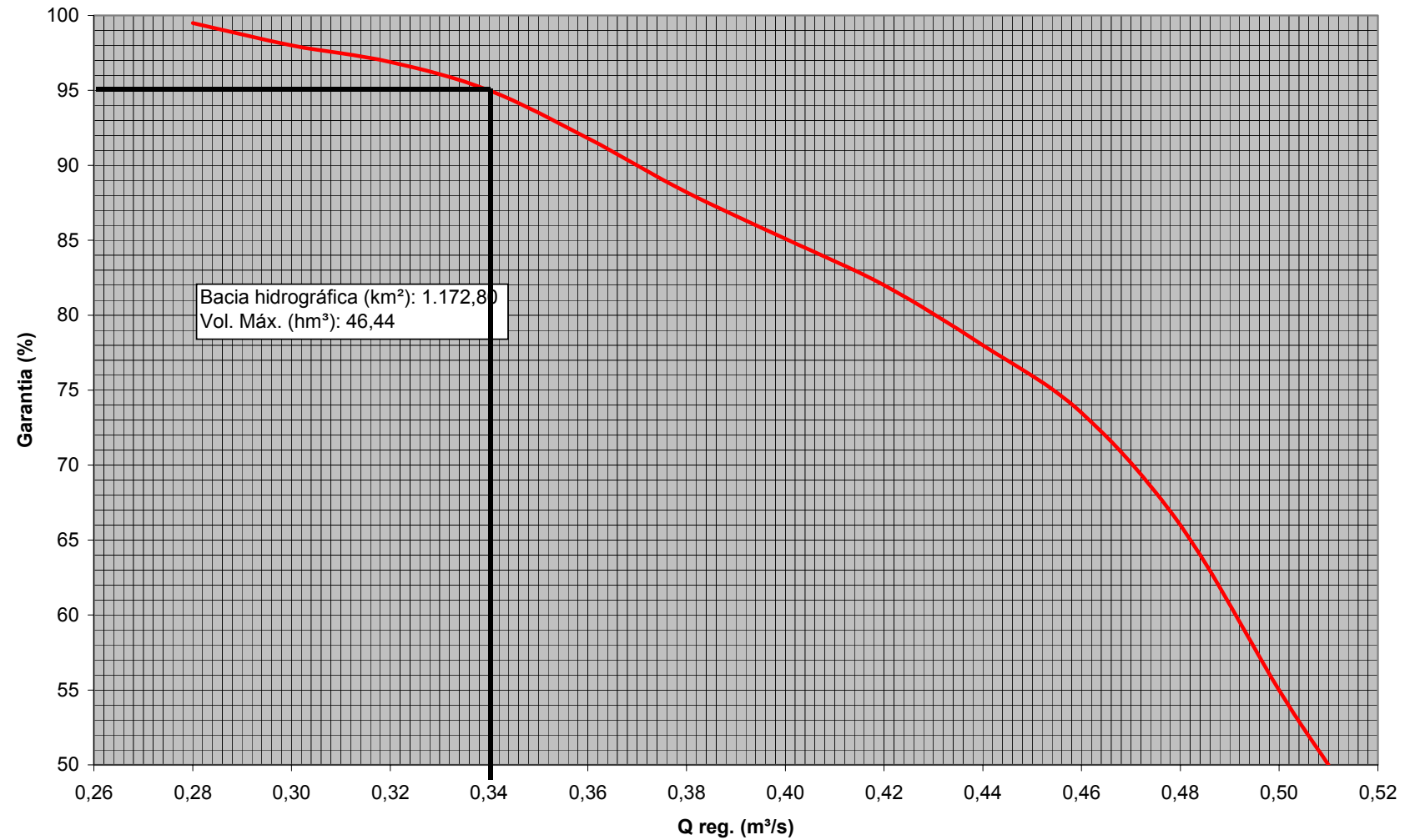
Na Figura 4.2 a seguir apresentado mostra-se dados da curva Cota x Área x Volume do Açude Camalaú.

4.2 CAPTAÇÃO

A captação das águas no Açude Camalaú será feita através de 03 (três) conjuntos elevatórios do tipo eixo vertical (2 + 1R).

Os três conjuntos moto-bombas serão montados em flutuante metálico (motor apoiado no flutuante e bomba imersa no reservatório), que recalcarão através de tubulações independentes “Pead” DN 200 até uma caixa de barrilete apoiada no coroamento da barragem. Daí em diante, as águas serão encaminhadas através de tubulação FºFº DÚCTIL/PRFV/PVC DEFºFº, até o Stand-Pipe - 1, que se localiza a cerca de 1607 m do flutuante.

Figura 4.1 – Curva de Regularização do Reservatório Camalaú, Considerando Operação com Volume de Alerta



Fonte: Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco.

Figura 4.2 – Dados do Açude Camalaú

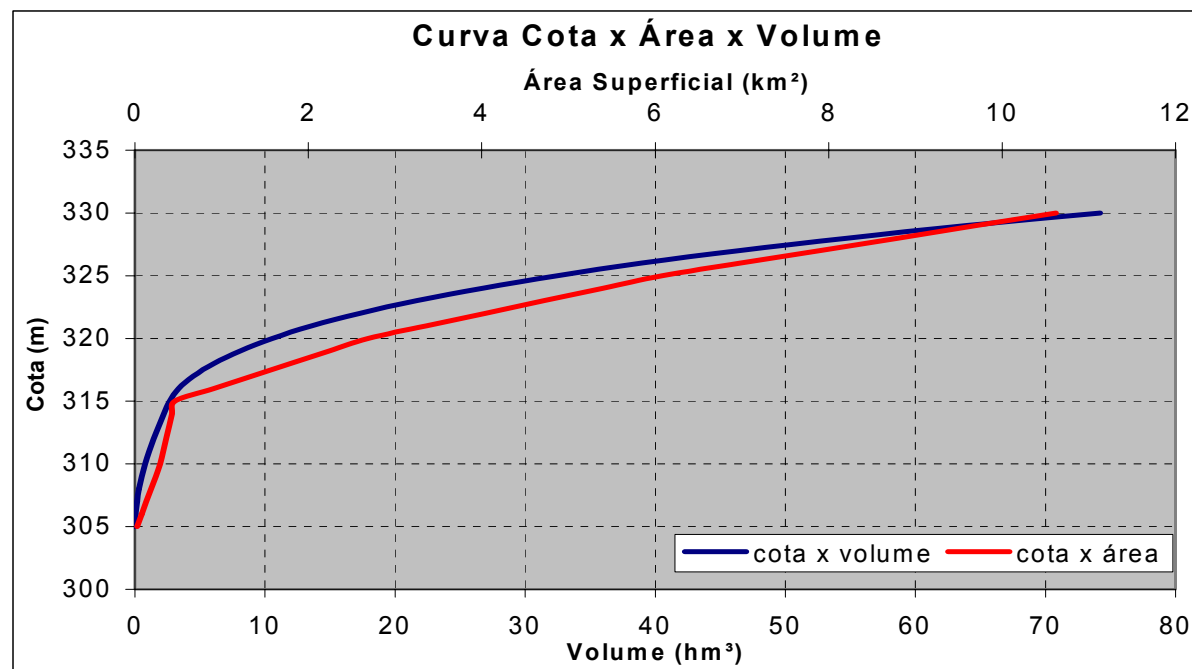
Rio do Meio

Bacia Hidrográfica: Rio Paraíba

Volume Mínimo: 4,6 hm³ N.A mínimo

Volume Máximo : 46,4 hm³ N.A máximo

Cota (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)
305	0,03	0,00
306	0,08	0,05
307	0,13	0,16
308	0,19	0,32
309	0,24	0,53
310	0,29	0,80
311	0,33	1,11
312	0,36	1,46
313	0,39	1,84
314	0,43	2,25
315	0,46	2,69
316	0,91	3,38
317	1,35	4,50
318	1,80	6,08
319	2,24	8,10
320	2,69	10,56
321	3,36	13,58
322	4,04	17,29
323	4,72	21,67
324	5,40	26,73
325	6,08	32,47
326	6,99	39,00
327	7,89	46,44
328	8,80	54,79
329	9,71	64,04
330	10,62	74,21



As principais características dessa unidade são as seguintes:

- Vazão de projeto da captação (l/s)..... 34,41
 Tipo de conjuntos elevatórios..... eixo vertical
 Número de conjuntos2 + 1R
 Vazão por conjunto (l/s) 17,205
 Altura manométrica por conjunto para o NA médio..... 66,23 (m)
 Potência do motor por conjunto (cv)..... 30
- Recalque em tubo flexível (3x)
 Material Pead
 Classe PN-14
 Diâmetro nominal (mm)..... 200 (externo)
 Extensão de cada recalque (m)..... 60,20
- Recalque em tubo rígido
 Material/extensão
 FºFº DÚCTIL (m)..... 279,25
 PRFV (m) 850,00
 PVC - DE FºFº (m) 418,00
 Diâmetro nominal (mm)..... 200

Ver Desenhos CAMALAÚ-PB-HDM-002 e CAMALAÚ-PB-HDM-003

4.3 ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

A adução de água bruta no Sistema Adutor Camalaú será feita no seu trecho inicial através da Estação de Bombeamento Flutuante (EB-F) até o Stand-Pipe - 1.

A partir do Stand-Pipe - 1, as águas serão conduzidas por gravidade até a ETA de Camalaú existente através de uma derivação na linha principal, e ao poço de sucção da EB-1. Da EB-1 as águas serão conduzidas por recalque até o Stand-Pipe - 2, e daí, por gravidade para a ETA de São João do Tigre, ora projetada.

As características físicas das adutoras de Água Bruta são apresentadas a seguir:

- Trecho: EB-F – Coroamento da Barragem
 Extensão (m)..... (3x) 60,20
 Diâmetro Externo (mm)..... 200

- Material: Pead
 Classe de Pressão (PN) 14
- Trecho Coroamento – TAU-1
 - Extensão (m) 279,25
 - Diâmetro (mm) 200
 - Material: Fº Fº Dúctil
 - Classe de Pressão (PN) PN 16 e K7
 - Trecho TAU-1 – TAU-2
 - Extensão (m) 850,00
 - Diâmetro (mm) 200
 - Material: PRFV
 - Classe de Pressão (cl) 12
 - Trecho TAU-2 – Stand-Pipe - 1
 - Extensão (m) 418,00
 - Diâmetro (mm) 200
 - Material: PVC Vinilfer (DEFºFº)
 - Classe de Pressão (PN) 1 MPa
 - Trecho: Stand-Pipe - 1 – Derivação para ETA Camalaú
 - Extensão (m) 291,26
 - Diâmetro (mm) 200
 - Material PVC Vinilfer (DEFºFº)
 - Classe de Pressão (PN) 1 MPa
 - Trecho: Derivação para ETA Camalaú – ETA Camalaú
 - Extensão (m) 1347,00
 - Diâmetro (mm) 150
 - Material PVC Vinilfer (DEFºFº)
 - Classe de Pressão (PN) 1 MPa
 - Trecho: Derivação para ETA Camalaú – EB-1
 - Extensão (m) 1858,74
 - Diâmetro (mm) 200
 - Material PVC Vinilfer (DEFºFº)
 - Classe de Pressão (PN) 1 MPa
 - Trecho: EB-1 – Stand-Pipe - 2
 - Extensão (m) 11608,00
 - Diâmetro (mm) 200
 - Material PRFV
 - Classe de Pressão (cl) 16

Extensão (m) 9808,00
 Diâmetro (mm) 200
 MaterialPVC Vinilfer (DEFºFº)
 Classe de Pressão (PN)..... 1 MPa

- Trecho Stand-Pipe - 2 – ETA

Extensão (m) 1433,26
 Diâmetro (mm) 200
 MaterialPVC Vinilfer (DEFºFº)
 Classe de Pressão (PN)..... 1 MPa

Ver Desenhos CAMALAÚ-PB-PP-001 a CAMALAÚ-PB-PP-018

4.4 DERIVAÇÃO PARA ETA CAMALAÚ

Na estaca 77 + 11,26 m da adutora de água bruta a jusante do Stand-Pipe - 1, será feita a derivação para a ETA de Camalaú, da vazão de projeto de 9,86 l/s.

A adução será feita através de uma adutora de 1347 m de extensão, diâmetro de 150 mm, de PVC – Vinilfer.

Os dados utilizados no dimensionamento desta adutora são:

- Vazão: 9,86 l/s
- Velocidade: 0,56 m/s
- Perda de carga unitária: 2,31m/km
- Coef. de rugosidade: K= 0,12 mm

Ver Desenho CAMALAÚ-PB-PP-019

4.5 ETA DE CAMALAÚ – EXISTENTE, ORA EM OPERAÇÃO

A Estação de Tratamento de Água da cidade de Camalaú já foi ampliada pela CAGEPA para o horizonte de projeto (ano 2024).

O sistema existente, antes da ampliação, era do tipo filtração direta através de filtro de fluxo ascendente ou russo.

Após a ampliação a ETA passou a contar como dispositivo de mistura rápida, um vertedor retangular instalado em canal de entrada da ETA ao lado da casa de química existente,

um floculador hidráulico de fluxo vertical com três câmaras e um decantador de alta taxa, dotado de módulo tubular.

Os floculadores e o decantador foram pré-fabricados com resina poliéster estruturados em fibra de vidro que possui elevada resistência a esforços de tração e compressão.

A vazão de projeto considerada, na ampliação da ETA foi de 13,14 l/s admitindo-se um consumo percapita de 150 l/hab.dia e um grau de atendimento de 100%.

O valor da extrapolação da população para o ano 2024 (alcance do projeto de ampliação), resultou em uma população de 6008 habitantes.

A vazão foi obtida da seguinte forma:

$$Q = \frac{6008 \times 150}{86.400} \times 1,2 \times 1,05 = 13,14 \text{ l/s}$$

Obs.: Foi considerado um acréscimo de 5% sobre a vazão máxima diária, por conta dos gastos da ETA.

Nos Estudos Técnicos Preliminares do Sistema Adutor Camalaú, a vazão de projeto de suprimento da ETA Camalaú, para o ano 2035, foi obtida considerando-se uma população de 5260 hab. e consumo percapita de 150 l/hab.dia. e grau de atendimento de 90%. (critério do PROÁGUA).

A vazão para o alcance do projeto do Sistema Adutor Camalaú – Suprimento da ETA Camalaú (vazão máxima diária) – foi de:

$$Q = \frac{5260 \times 150}{86.400} \times 0,90 \times 1,2 = 9,86 \text{ l/s}$$

Deste modo, considerou-se que a ETA de Camalaú encontra-se ampliada para integrar o Sistema Adutor Camalaú no seu alcance de projeto, (ano 2035), sem necessidade de se prever qualquer investimento adicional.

A Estação de Bombeamento de Água Tratada a ela vinculada é constituída de 2 (dois) conjuntos moto-bombas (1+1R) da marca IMBIL cujos motores possuem os seguintes “dados de plaquetas”:

- Vazão: 50 m³/h = 13,89 l/s

- Rotor:..... 197 mm
- AMT:..... 72,5 m

⇒ 1 Motor EBERLE – 25 cv/3540 rpm

⇒ 1 Motor BÚFALO – 25 cv/3540 rpm

O projeto de ampliação foi elaborado pela CAGEPA considerando-se o projeto padrão (ETA padrão A-12) desenvolvido para a CAGEPA.

O Desenho CAMALAÚ-PB-ETA-012 mostra as unidades de tratamento da ETA Camalaú após a sua ampliação, que já foi efetivada.

4.6 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-1

Esta estação de Bombeamento está inserida na Adução de Água Bruta e é responsável pelo recalque da Água Bruta para o Stand-Pipe-2, que supre, por gravidade a ETA de São João do Tigre.

Constitui-se numa estrutura de concreto que abriga 2 (dois) conjuntos moto-bombas (1+1R), que possuem as seguintes características operacionais:

- Vazão unitária 24,55 l/s = 88,38 m³/h
- Altura Manométrica máxima 115,66
- Potência unitária 70 cv

Sua adutora de recalque possui as seguintes características:

- Extensão 11.608 m
- Diâmetro 200 mm
- Velocidade 0,78 m/s
- Perda de carga unitária 3,21 m/km
- K = 0,16mm
- Extensão 9808 m
- Diâmetro 200 mm
- Velocidade 0,78 m/s
- Perda de carga unitária 3,07 m/km
- K = 0,12 mm

Os Desenhos CAMALAÚ-PB-HDM-004 a CAMALAÚ-PB-HDM-006 ilustram esta obra.

4.7 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

No Município de São João do Tigre, na extremidade de jusante do Sistema Adutor de Água Bruta, foi projetada a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema Adutor Camalaú.

A água bruta proveniente do manancial (Reservatório do Açude Camalaú), será tratada em instalação convencional, pré-fabricada, com capacidade para 24,55 l/s. A ETA será constituída de controle da vazão de entrada, mistura rápida (misturador hidráulico), câmara de floculação tipo “floculação mecanizada”, decantador tipo laminar e filtros descendentes. As referidas unidades serão projetadas e construídas em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro).

As unidades serão apoiadas no terreno, sobre base de concreto com fundação de acordo com as condições de suporte de carga do terreno.

Prevê-se passadiços elevados nas bordas das unidades e convenientemente interligados que facilitarão os trabalhos de operação e manutenção. As bordas livres são dotadas de corrimão e guarda-corpo.

O Sistema de Tratamento de Água operará à gravidade, constituído pelos seguintes elementos básicos:

- Conjunto de interligação hidráulica das unidades;
- Misturador hidráulico;
- Floculação (03 câmaras com floculadores eletromecânicos);
- Decantação (01 câmara com módulos tubulares);
- Filtração (04 câmaras com leitos mistos areia e antracito);
- Conjunto de manobra (tubos, conexões e válvulas);
- Unidade de armazenamento e dosagem de produtos químicos;
- Sistema de disposição final do lodo e água de lavagem das unidades (lagoas de lodo);
- Unidades de monitoramento da qualidade da água.

4.7.1 Descrição das Unidades de Tratamento

4.7.1.1 Medição de Vazão

A medição de vazão de água bruta será feita na sua entrada, através de medidor tipo Eletromagnético.

4.7.1.2 Mistura Rápida para Água Bruta

A mistura rápida é uma etapa da coagulação, através de misturador tipo hidráulico, antes da floculação na qual há dispersão do coagulante para iniciar o processo de agregação das partículas. No caso dos sais de metal hidrolizantes (sulfato de alumínio), o propósito primário da mistura rápida é rapidamente dispersar o sal de modo que o contato entre os primeiros produtos de hidrólise e as partículas ocorre antes que precipitado de hidróxido do metal seja formado. A dispersão rápida antes da precipitação ajuda a garantir que o coagulante seja distribuído uniformemente entre as partículas. Este processo tem características particulares de análise, mas provavelmente depende de fatores tais como a concentração e tamanho da distribuição do material particulado, temperatura e os constituintes iônicos da solução.

A coagulação é um processo complexo, envolvendo muitas reações e etapas de transferência de massa. Essencialmente, o processo ocorre em três etapas distintas e em sequência: formação da coagulação, desestabilização das partículas, e colisões entre as partículas. Estes três processos ocorrem tipicamente, durante e imediatamente após da dispersão química, na unidade de mistura rápida.

A coagulação se refere principalmente às reações físicas e químicas que ocorrem entre elemento coagulante solúvel + alcalinidade + partículas coloidais na água. Tem-se como resultado a formação de uma substância parecida com o gel, insolúvel e pesada na água chamada floco. Este floco efetivamente captura a cor, bactéria, vírus e turbidez tornando-os um elemento próprio independente da decantação.

Para formar estes flocos, coagulantes carregados positivamente (eletrólitos) são acrescentados para neutralizar e estabilizar a carga negativa (potencial zeta) dos colóides na água, numa tal extensão, de forma que as forças de Van der Waals possam permitir às partículas se atraírem e agruparem.

O sucesso da coagulação está intimamente relacionada com o comportamento hidráulico e tempo de detenção da água ao longo de cada processo unitário (coagulação – floculação – decantação – filtração).

Os polímeros (quando utilizados) rapidamente e irreversivelmente se aglutinam na superfície das partículas.

Pode-se utilizar polímero catiônico ou aniônico ou não-iônico.

O alcalinizante é adicionado para ajustar o pH de coagulação.

A função dos polímeros é alcançar um ou mais dos seguintes objetivos:

- Auxiliar coagulação;
- Propiciar a formação de flocos maiores e sedimentáveis;
- Superar o efeito da queda de temperatura que retarda a coagulação;
- Reduzir a quantidade de coagulante utilizado;
- Reduzir a quantidade de lodo produzido.

4.7.1.3 Tratamento Químico

O sistema de preparação e dosagem de produtos químicos foi dimensionado para uma operação contínua, compreendendo:

- Pré-Cloração, para a oxidação dos compostos de ferro, matéria orgânica e desinfecção da água contaminada, através da dosagem de hipoclorito de sódio;
- Pós-Cloração, para a manutenção do cloro residual, exigido por Lei, através da dosagem de hipoclorito de sódio;
- Coagulação por sulfato de alumínio para remoção de cor, turbidez e materiais oxidados;
- Alcalinização com Carbonato de Cálcio, para fornecer à água, a alcalinidade necessária para a reação com o sulfato e para a obtenção do pH ótimo de floculação.

Coagulante

Para a coagulação da água bruta será utilizado sulfato de alumínio em solução concentrada (denominada solução de 50%).

Para as dosagens da solução será empregada bomba dosadora com capacidade ajustável de acordo com a vazão de água a ser tratada, com o teor da solução a ser usada e com o resultado a ser alcançado.

Corretor de pH

Para a correção de pH, será utilizado Carbonato de Cálcio em solução conservadora (denominada solução 10%), proveniente dos tanques de solução.

Para as dosagens da solução será empregada bomba dosadora com capacidade ajustável de acordo com a vazão de água a ser tratada, com o teor da solução a ser usada e com o resultado a ser alcançado.

Hipoclorito de Sódio

Será empregado para desinfecção da água bruta e oxidação da matéria orgânica presente, facilitando o processo de coagulação e decantação.

Para dosagem da solução será empregada bomba dosadora com capacidade ajustável de acordo com a vazão da água a ser tratada.

Serão utilizados kits de preparação e dosagem de produtos químicos modelo KPDS-250, para Carbonato de Cálcio e KPDS-500, para Sulfato de Alumínio e Hipoclorito de Sódio

As dosagens dos produtos químicos previstos possuem os seguintes valores máximos:

- Sulfato de Alumínio 40 mg/l
- Carbonato de Cálcio..... 20 mg/l
- Hipoclorito de Sódio 30 mg/l

4.7.1.4 Floculação Mecanizada

A floculação será feita em três câmaras a fim de ser obtido um período de detenção mais próximo do período teórico, que será maior que 20 minutos, capaz de aplicar à água em tratamento, gradientes de velocidades, sendo que o valor máximo não excederá a 70 s^{-1} e o valor mínimo não será inferior a 10 s^{-1} .

A água das câmaras será agitada mecanicamente por meio de floculador mecânico de fluxo axial, a fim de promover os gradientes de velocidade ideais de floculação, permitindo, escolher a rotação mais adequada para água a ser tratada. O escalonamento será obtido mediante o uso de inversor de frequência.

O principal efeito da floculação é a formação de flocos mediante a agregação de partículas desestabilizadas pela coagulação, com a participação de substâncias formadas por reações químicas entre os produtos químicos adicionados e produtos introduzidos pela água bruta. Os flocos formados deverão ser decantáveis e filtráveis.

4.7.1.5 Decantação Laminar

Após floculada, a água é enviada ao decantador.

O decantador será do tipo fluxo laminar, com zona de decantação capaz de remover a totalidade dos flocos, e velocidade de sedimentação máxima de 1,74 cm/min.

Os decantadores serão dotados de módulos tubulares, através do qual a água ao passar em fluxo ascendente promove o arraste e reaproveitamento dos flocos anteriormente formados e decantados com tempo de detenção próximo de 30 minutos.

Este contato com a água já misturada com os coagulantes e os flocos “velhos” acelera o processo de formação de novos flocos criando condições favoráveis ao seu crescimento e adensamento, aumentando assim a eficiência da decantação.

Na zona de decantação, o fluxo tem sentido ascendente e os flocos, devido ao seu peso e pela diminuição da velocidade, separam-se da água, sedimentando, efetivando-se desta forma a clarificação.

Os decantadores serão dotados de amostragens nos seus pontos principais, as quais possibilitam o acompanhamento de toda a evolução do processo de clarificação da água permitindo desta forma a obtenção de eficiência máxima do mesmo.

No fundo dos decantadores estão previstos troncos cônicos para acúmulo e descarga do lodo.

4.7.1.6 Filtração

Os Filtros serão tipo rápido, de gravidade, com camada dupla, areia e antracito, e granulometria adequada para produção de água potável. A granulometria adotada permitirá submeter os filtros a taxas mais elevadas de filtração sem prejudicar a integridade do leito filtrante. A taxa média de operação não será maior que 360 m³/m²/d. Os filtros serão dotados de calhas coletoras de água filtrada, coletores de água de retrolavagem, tubulações, válvulas para as operações de funcionamento normal,

retrolavagem esgotamento total e, canal de saída de água filtrada com vertedor controlador de fluxo de lavagem.

Os filtros funcionarão com taxa constante e nível variável que indicará o momento em que a lavagem deverá ser realizada. A lavagem será realizada com água tratada, sendo a água de lavagem descartada para o tanque de recebimento de água de lavagem (lagoas de lodo).

Periodicamente os filtros serão contra-lavados, em contra-corrente. Após um determinado período de filtração o mesmo vai se colmatando pela acumulação de impurezas retidas devendo-se então realizar uma lavagem do leito filtrante (por meio de inversão de fluxo para retirada das impurezas e a reclassificação granulométrica do leito filtrante). A contra-lavagem será efetuada pela água filtrada proveniente dos outros filtros sem utilização de bombas ou reservatórios elevados.

A operação de contra-lavagem será efetuada em intervalos que podem variar, logicamente dependendo das características da água bruta, com duração de 5 a 10 minutos por filtro.

Os filtros serão organizados para permitir que a lavagem de qualquer unidade seja feita com os demais filtros em funcionamento. A realização da operação de lavagem e posterior retorno a condição de filtração se fará mediante o acionamento de válvulas, correspondentes ao filtro que será lavado.

4.7.1.7 Características Básicas das Unidades de Tratamento

a) Câmara de Mistura Rápida

- Quantidade: 01 unidade
- Tipo Hidráulico
- Gradiente 700 a 1.100 s-1
- Tempo de mistura < 5 segundos
- Formato.....Tubular
- Classe de pressão PN-4
- Conexões Flanges (entrada e saída)
- Ponto de aplicação..... 03 unidades
- Elemento interno Grade de mistura
- Material de fabricação..... PRFV

b) Câmara de Flocculação

- Quantidade: 03 Unidades
- Tipo Floculação Mecanizada
- Formato Seção Circular
- Posição Vertical
- Diâmetro 1.700 mm
- Altura útil 4.000 mm
- Altura total 4.150 mm
- Volume útil por câmara 9,00 m³
- Tempo de detenção 22 min.
- Material de fabricação PRFV

c) Floculador Mecânico

- Quantidade: 03 unidades
- Tipo Turbina axial
- Rotação 6 a 23 rpm, regulável por inversor de frequência
- Eixo e Turbina Aço Carbono revestido em epóxi atóxico
- Redutor de Velocidade de engrenagens helicoidais
- Motor elétrico Trifásico 220/380 V – 60 Hz – IP 55 – 1750 rpm
- Potência 0,10 kW
- Diâmetro rotor 480 mm
- Gradiente 10 a 70 s-1

d) Decantador

- Quantidade: 01 unidade
- Tipo Laminar e gravidade com módulos de decantação
- Fundo Tronco Cônico inclinação 57°
- Formato Seção retangular
- Largura 1.500 mm
- Comprimento 6420 mm
- Altura útil 3.800 mm
- Altura total 4.000 mm
- Área de decantação 9,63 m²
- Veloc. Sedimentação 1,74 cm/min (máxima)
- Tempo de detenção 24,0 min
- Concentradores de lodo 03

- Descarga de lodo Manual
- Material de fabricação PRFV

e) Módulos de Decantação

- Quantidade: 01 unidade
- Tipo Perfil tubular
- Área coberta 9,63 m²
- Altura do perfil 1.000 mm
- Altura do bloco 866 mm
- Inclinação do bloco 60°
- Material PVC atóxico

f) Filtro de Areia e Antracito

- Quantidade: 03 unidades
- Tipo Descendente à gravidade autolavável
- Formato Seção Cilíndrica
- Taxa de filtração 17,31 m³/m²/h
- Diâmetro 1.275 mm
- Área unitária 1,28 m²
- Altura útil 3.800 mm
- Altura total 4.000 mm
- Taxa de lavagem 40 m³/m²/h
- Veloc. Ascensional de lavagem 0,67 m/min
- Tipo de lavagem contra corrente
- Vazão de lavagem 14,22 l/s
- Tempo de lavagem 5 a 10 min
- Material de fabricação PRFV

Leito Filtrante

- Camada Suporte – Seixos Rolados: Altura de 300 mm
- Camada Intermediária – Areia: Altura de 250 mm
- Camada Final – Antracito: Altura de 450 mm

Pedregulho

Camada	Tamanhos Limites (Polegadas)	Espessura (mm)
Inferior	1/8-3/4	300

Material Filtrante

Camada	Antracito	Areia
Tamanho Efetivo	1,4 mm	0,55 mm
Coefficiente de uniformidade	$\leq 1,4$	$\leq 1,4$
Tamanhos Limites	1,18 a 2,36 mm (# n ^{os} 16 e 8)	0,5 e 1,18 mm (# n ^{os} 35 e 16)
Peso Específico Real	1600 a 1650 Kg/m ³	2600 a 2650 Kg/m ³
Peso Específico Aparente	840 a 870 Kg/m ³	-
Dureza	$\geq 3,0$ escala de Mohs	-
Altura	450 mm	250 mm

- Normas de fornecimento e colocação AWWA B – 100-72 e ABNT EB – 2097

g) Dispositivos Complementares

Plataforma/Passarela

Para maior segurança e facilidade operacional, os módulos de tratamento terão em sua parte superior, plataforma com guarda-corpo. O acesso será por meio de escadas com guarda-corpo, de disposições inclinadas, colocadas em pontos estratégicos. Haverá uma passarela de interligação confeccionada em estrutura metálica, com piso em chapa expandida e guarda-corpo metálico tubular, acesso através de uma escada de plano inclinado, com degraus planos, guarda corpo em toda sua extensão.

h) Tratamento e Destinação Final dos Expurgos

A estação de tratamento de água gera três fontes principais de lodo provenientes das águas de limpeza do floculador, decantadores e filtros. As águas residuárias da casa de química, particularmente a dos tanques de preparação dos reagentes químicos, serão conduzidas a uma fossa em que a fase sólida ficará retida para periódica remoção e a líquida terá escoamento para um sumidouro comum com hidrossanitário da ETA.

O lodo dos floculadores e decantador, considerando a lavagem de cada unidade com 100% do seu volume em processo de limpeza, será esgotado por gravidade diretamente às lagoas de lodo, bem como, as águas de lavagem dos filtros.

h.1) Lagoas de Lodo

As águas de lavagem dos flocladores, decantador e filtros que são lançadas nas lagoas de lodo sedimentam facilmente. Nas lagoas projetadas foi adotado um período de repouso de 24 horas.

Após o período de sedimentação, apresenta-se uma camada de água clarificada sobrenadante; esta é removida ajustando convenientemente o vertedor de saída, ficando apenas uma fina camada do lodo.

A lagoa, após essa operação de esvaziamento do efluente líquido, que será recirculado para a entrada da ETA, está pronta para receber uma nova descarga de água de lavagem. Repetindo-se esse procedimento durante anos, a lagoa se enche completamente com os sedimentos; nesta ocasião, ela deverá ser abandonada e aberta uma outra em área adjacente a mesma.

No presente caso, se confirmando a contribuição de esgoto projetada, as lagoas terão vida útil de cerca de 7 anos.

Após esses sete anos, duas alternativas se apresentarão:

- Formação de outras lagoas, em outro local;
- Emprego de uma outra tecnologia inovadora que venha a surgir nesse período.

Prevê-se a instalação de 2 lagoas com área útil de cerca de 280 m² cada.

h.2) Operação das Lagoas

As lagoas funcionarão em regime intermitente, de tal forma que, em um instante qualquer, haverá uma lagoa recebendo as águas de lavagem e uma outra em repouso após a operação de recirculação da água de lavagem que se situa na sua superfície.

h.3) Recirculação da Água proveniente da Lavagem das unidades

O volume de água que se situará na superfície das lagoas, após o lançamento e sedimento do lodo do expurgo do tratamento da água, serão conduzidos através de bomba submersível para a entrada da ETA.

Estimando-se o volume de água de drenagem de um floclador, um decantador e um filtro, volume a recircular, da ordem de 40m³ e um tempo de recirculação

de 1,5 horas, escolheu-se uma bomba submersível ABS ou similar com as seguintes características:

- Vazão: $26,67\text{m}^3/\text{h} = 7,41\text{ l/s}$
- Altura Manométrica de 8,40 m
- Bomba Indicada: ABS-UNI-700 T/3400 RPM – 3,0 cv

A linha de recalque terá uma extensão de cerca de 37 m, possuirá um diâmetro de 100 mm (PVC Vinilfer).

A afluência das águas a serem recirculadas, “água sobrenadante nas lagoas”, será feita pela operação de vertedores reguláveis instalados em câmaras de saída instaladas nas laterais das lagoas.

Os Desenhos CAMALAÚ-PB-HDM-013 e 014 e CAMALAÚ-PB-ETA-001 a 011 ilustram as unidades de tratamento previstas e as características das lagoas de lodo.

4.8 ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA

Após o tratamento, as águas serão conduzidas ao poço de sucção da EB-2.

A Estação de Bombeamento EB-2, que se situará na mesma área onde estarão instaladas a ETA/Casa de Química e Lagoas de Lodo, proporcionará a elevação mecânica através de três conjuntos moto-bombas independentes, para os reservatórios de: São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha.

As adutoras de recalque, associadas a estes conjuntos moto-bombas, têm as seguintes características:

- **Trecho EB-2 – Reservatório de São João do Tigre**

⇒ Vazão (l/s)	4,06
⇒ Extensão (m)	131,00
⇒ Diâmetro (mm).....	80
⇒ Material	PRFV
⇒ Classe de Pressão (cl).....	06
⇒ Velocidade (m/s).....	0,81
⇒ Perda de Carga Unitária (m/m).....	0,0096

- **Trecho EB-2 – Reservatório de Zabelê, passando pelo ponto de Derivação para o Reservatório de São Sebastião do Umbuzeiro**

- ***Trecho EB-2 – Ponto de Derivação***

⇒ Vazão (l/s)	12,47
⇒ Extensão (m)	21.664,08
⇒ Diâmetro (mm).....	200
⇒ Material	PRFV
⇒ Classe de Pressão (cl).....	16/18
⇒ Velocidade (m/s).....	0,40
⇒ Perda de Carga Unitária (m/m).....	0,00098

- ***Do ponto de Derivação – até a Estaca 106 + 0,00***

⇒ Vazão (l/s)	4,91
⇒ Extensão (m)	2.000,62
⇒ Diâmetro (mm).....	200
⇒ Material	PRFV
⇒ Classe de Pressão (cl).....	16
⇒ Velocidade (m/s).....	0,16
⇒ Perda de Carga Unitária (m/m).....	0,00016

- ***Da Estaca 106 + 0,00 – Reservatório de Zabelê***

⇒ Vazão (l/s)	4,91
⇒ Extensão (m)	9.559,20
⇒ Diâmetro (mm).....	100
⇒ Material	PVC Vinilfer (DEFºFº)
⇒ Classe de Pressão (PN)	1MPa
⇒ Velocidade (m/s).....	0,63
⇒ Perda de Carga Unitária (m/m).....	0,00476

- ***Trecho Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro***

⇒ Vazão (l/s)	7,56
⇒ Extensão (m)	112,97
⇒ Diâmetro (mm).....	100
⇒ Material	PRFV

⇒ Classe de Pressão (cl).....	12
⇒ Velocidade (m/s).....	0,96
⇒ Perda de Carga Unitária (m/m).....	0,01018

• **Trecho EB-2 – Reservatório de Cacimbinha**

- **EB – 2 até a Estaca 700 + 0,00**

⇒ Vazão (l/s)	8,03
⇒ Extensão (m)	14.081,46
⇒ Diâmetro (mm).....	150
⇒ Material.....	PRFV
⇒ Classe de Pressão (cl).....	16
⇒ Velocidade (m/s).....	0,45
⇒ Perda de Carga Unitária (m/m).....	0,00163

- **Da Estaca 700 + 0,00 – Reservatório de Cacimbinha**

⇒ Vazão (l/s)	8,03
⇒ Extensão (m)	13.528,41
⇒ Diâmetro (mm).....	150
⇒ Material.....	PVC Vinilfer (DEFºFº)
⇒ Classe de Pressão (PN)	1 MPa
⇒ Velocidade (m/s).....	0,45
⇒ Perda de Carga Unitária (m/m).....	0,00158

Os Desenhos CAMALAÚ-PB-PP-020, CAMALAÚ-PB-PP-021 a CAMALAÚ-PB-PP-044 e CAMALAÚ-PB-PP-045 a CAMALAÚ-PB-PP-063, mostram as características do Sistema Adutor de Água Tratada.

4.9 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-2

A Estação de Bombeamento EB-2, consiste em uma Estrutura de Concreto, anexa a um poço de sucção, que recebe os efluentes da água tratada e os encaminha através de tubulações de sucção independentes para 3 (três) conjuntos moto-bombas abrigados no interior da Estação, a água tratada para: São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê e Cacimbinha.

A vazão total que será distribuída por recalque pelos conjuntos instalados no interior da EB-2 é de 24,55 l/s.

O poço de sucção da EB-2 possui um volume útil de 141,75 m³, que a habilita a possuir uma autonomia de operação de cerca de 1,5 horas.

Os conjuntos moto-bombas instalados no seu interior, possuem as características conforme valores mostrados no Quadro apresentado.

EB	Recalque para Reservatório de:	Vazão (l/s)	Altura Manométrica Máx. (m)	Potência (cv)
2/1	São João do Tigre	4,06	6,94	1,0
2/2	São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê	12,47	142,30	70,0
2/3	Cacimbinha	8,03	115,96	40,0

Os Desenhos CAMALAÚ-PB-HDM-007 e CAMALAÚ-PB-HDM-008, mostram as características dessa obra.

4.10 RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO DE CACIMBINHA

Na extremidade de jusante da adutora de recalque de Cacimbinha foi projetado um reservatório elevado de 100 m³ de capacidade, que se constituirá no ponto de lançamento das águas que serão recalçadas, para posteriormente serem distribuídas para a Rede de Distribuição dessa localidade.

O reservatório é elevado com altura total de 15,8 m.

As suas cotas altimétricas características são:

- Cota do Terreno = 666,70 m
- Cota do NA min = 678,20 m
- Cota do NA máx = 681,70m

O diâmetro do reservatório é de 6m e a sua depleção entre os níveis máximo e mínimo é de 3,50 m.

As tubulações que entram e saem do reservatório possuem os seguintes diâmetros:

- Diâmetro de entrada: 150 mm
- Diâmetro de saída: 150 mm
- Diâmetro do extravasor: 200 mm
- Diâmetro do esgoto: 150 mm

Os Desenhos CAMALAÚ-PB-HDM-015 e CAMALAÚ-PB-HDM-016 ilustram esta obra.

4.11 ESTRUTURAS DE CONTROLE

Em alguns locais do sistema Adutor, foram instaladas as estruturas de controle que se constituem em caixas dotadas de válvulas de controle auto-operadas que executam as funções de redução de pressão e/ou controladora de vazão.

A tabela a seguir apresentada, informa os locais de implantação das referidas estruturas de controle, os diâmetros/classes de pressão e a função que as válvulas desempenham.

Tabela 4.1 - Característica das Estruturas de Controle

Item	Diâmetro da Tubulação (mm)	Diâmetro da Válvula (mm)	Classe de Pressão	Função	Local de Instalação
1	200	150	PN-10	Redutora de Pressão	Chegada na EB-1
2	200	150	PN-10	Redutora de Pressão	Montante do SP-1
3	150	75	PN-10	Redutora de Pressão (Valv. 1)	Entrada da ETA de Camalaú
4	150	75	PN-10	Redutora de Pressão e Controladora de Vazão (Valv. 2)	
5	200	100	PN-10	Redutora de Pressão	Entrada da ETA de São João do Tigre
6	200	75	PN-16	Redutora de Pressão	Após Deriv. S.S do Umbuzeiro
7	100	75	PN 16/10	Redutora de Pressão (Valv. 1)	Entrada do Reservatório de São João do Umbuzeiro
8	100	75	PN 16/10	Redutora de Pressão e Controladora de Vazão (Valv. 2)	
9	100	75	PN 10	Redutora de Pressão	Entrada do Reservatório de Zabelê

No Capítulo de Memória de Cálculo apresenta-se o dimensionamento das válvulas auto-operadas.

O projeto das estruturas de controle encontra-se no Desenho CAMALAÚ-PB-HDM-017.

5. Estudo de Transientes Hidráulicos

5. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente capítulo tem por objetivo descrever os estudos dos transientes hidráulicos nas adutoras de recalque do Sistema Adutor Camalaú, desenvolvidos com o objetivo 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.

Foram estudadas linhas de recalque compreendendo as adutoras de abastecimento provenientes das estações de bombeamento inseridas no sistema, quais sejam:

- Adutora de recalque para o Stand-Pipe -1 da Estação de Bombeamento Flutuante;
- Adutora de recalque da Estação de Bombeamento Intermediária EB-1;
- Adutora de recalque da Estação de Bombeamento EB-2/2 para São Sebastião do Umbuzeiro/Zabelê;
- Adutora de recalque da Estação de Bombeamento EB-2/3 para Cacimbinha.

5.2 METODOLOGIA GERAL EMPREGADA PARA O CÁLCULO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO NAS DIVERSAS ADUTORAS DO SISTEMA

O transiente hidráulico nas linhas de recalque é avaliado normalmente para o caso de parada do bombeamento nas estações elevatórias, quer por operação normal do sistema em função das horas diárias de bombeamento, quer por interrupção do fornecimento de energia elétrica aos motores, considerando-se inicialmente que o sistema estaria funcionando sem qualquer equipamento de proteção contra o golpe de aríete. Esta condição de parada dos motores, conforme indica a própria literatura especializada, constitui-se na condição mais crítica de funcionamento do sistema, quando são provocadas as maiores sobrepressões e subpressões nas adutoras.

Esta condição de avaliação preliminar do transitório hidráulico é a recomendada para uma definição da classe de tubulação do sistema de adução, que muitas vezes resulta incompatível com a proposição inicial da classe de tubo, mesmo após serem considerados os equipamentos de proteção. Alguns autores mais conservadores como

STEPHENSON¹ admite que as tubulações dos grandes sistemas de recalque deveriam ser projetadas para suportar as pressões transitórias calculadas na condição de parada dos motores, sem levar em conta o funcionamento dos equipamentos de proteção, como forma de se proteger o sistema contra possível falha nesses equipamentos.

Esta visão ultra-conservadora certamente inviabilizaria economicamente o projeto de muitos sistemas de adução para atendimento a pequenas localidades, mormente nas regiões mais carentes do nordeste brasileiro, sendo prontamente contestada pela comunidade técnica especializada, pois se considera que existem outras opções igualmente conservadoras de se garantir a segurança dos sistemas de recalque sem onerar desnecessariamente o custo das tubulações. Uma destas opções é a de não se levar em conta o efeito de atenuação do transiente hidráulico oferecido pelas ventosas, opção esta que foi adotada nas análises do presente estudo.

Posteriormente à verificação da condição de funcionamento da adutora sem equipamento de proteção, passou-se à análise e otimização dos sistemas de proteção, levando-se em conta os fatores de operacionalidade, adequação aos transientes hidráulicos calculados e, sobretudo, minimização dos custos de construção e operação dos sistemas. Os passos dados para otimização dos equipamentos de proteção de cada linha de recalque são apresentados no item 5.4 – Análise Individual das Adutoras e Dimensionamento dos Sistemas de Proteção.

As equações básicas utilizadas na análise de transientes hidráulicos podem ser matematicamente, expressas pela equação dinâmica do escoamento dada pela 2ª Lei de Newton e pela Equação da Continuidade. O sistema dado por essas equações diferenciais pode ser resolvido pelo Método das Características permitindo-se avaliar os valores da vazão Q e da carga piezométrica H ao longo da tubulação dada pela abscissa x e do tempo t . As equações são:

Equação do Movimento

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0$$

onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação da aceleração do movimento, o segundo representa a variação do gradiente de pressão, e o terceiro, representa os efeitos decorrentes da dissipação de energia.

¹ Stephenson, D “ Pipeline Design for Water Engineer” Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 1976

Equação da Continuidade

$$\frac{c^2}{gA} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial t} = 0$$

onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação de fluxo de massa, e o segundo termo, a variação de massa. O parâmetro **c** é a celeridade de propagação das ondas de pressão e de velocidade durante o transitório hidráulico, conhecida usualmente apenas como celeridade da onda.

a) Cálculo da Celeridade da Onda

A celeridade da onda é função das características da tubulação (elasticidade, deformação, espessura da parede da tubulação, diâmetro, grau de fixação da tubulação, etc.) e das características do fluido (compressibilidade, presença de ar, etc.). A seguinte equação geral pode ser empregada:

$$c = (K / \rho)^{-1/2} \left[x + \frac{K}{E} \Psi \right]^{-1/2} \quad \text{e} \quad \Psi = \frac{D}{e} (1 - \nu^2)$$

Para o caso de tubulação de parede fina ancorada contra movimentação longitudinal. Na maioria dos casos:

- K = 2,19 GPa para escoamento de água;
- V = 0,25 para ferro fundido, 0,40 para PVC;
- E = 170 GPa para ferro fundido, 30 GPa para PVC 1 MPa DEF°F°;
- p = 1000 kg/m³ para água doce;
- D = diâmetro da adutora em metros;
- e = espessura do tubo.

b) Cálculo do Momento de Inércia Total do Sistema

O momento de inércia total é a soma dos momentos de todas as partes girantes no conjunto moto-bomba, sendo dado por:

$$WR^2 \text{ total} = (WR^2 \text{ motor} + WR^2 \text{ bomba})$$

- WR^2 motor = momento de inércia do motor
- WR^2 bomba = momento de inércia da bomba

Antes de se passar à análise individual das adutoras do sistema, considera-se conveniente apresentar-se considerações gerais sobre os equipamentos de proteção usualmente empregados para solução de problemas decorrentes dos transientes hidráulicos nas instalações típicas de recalque, o que é feito no capítulo seguinte.

5.3 ALTERNATIVAS DE PROTEÇÃO DE LINHAS DE RECALQUE

As pressões transientes resultantes da interrupção do bombeamento por falha no fornecimento de energia aos motores são as mais extremas à que usualmente estão sujeitos os sistemas de recalque. Se o bombeamento abastecendo uma das linhas de recalque for subitamente interrompido, o fluxo irá também parar.

Se o perfil da tubulação, em função das cotas do terreno natural, for relativamente próximo da linha piezométrica, a súbita desaceleração da coluna de água pode causar uma queda de pressão interna a valores inferiores à da pressão atmosférica. O mais baixo valor a que poderia cair a pressão interna é a pressão de vapor. A vaporização ou mesmo a separação de coluna pode ocorrer em pontos altos ao longo do perfil da adutora. Quando a onda de pressão retorna a valores positivos, a coluna de água se reunirá dando vez a ocorrência de sobrepressões do golpe de aríete, podendo colocar em risco a estabilidade da tubulação ou dos equipamentos a ele conectados. A Tabela 5.1 mostra os valores usuais da pressão de vapor nas condições da pressão atmosférica, além de outros parâmetros de interesse no cálculo dos transientes hidráulicos.

Tabela 5.1 – Dados das Propriedades Físicas da Água à Pressão Atmosférica

Temperatura (°C)	Viscosidade Cinemática $\nu = \mu/\rho$ (m ² /s)	Tensão de Vapor h (mca) a 4°C	Módulo de Elasticidade E (N/m ²)
0	1,78 x 10 ⁻⁶	0,062	19,52 x 10 ⁸
4	1,57 x 10 ⁻⁶	0,083	-
10	1,31 x 10 ⁻⁶	0,125	20,50 x 10 ⁸
20	1,01 x 10 ⁻⁶	0,239	21,39 x 10 ⁸
30	0,83 x 10 ⁻⁶	0,433	21,58 x 10 ⁸
40	0,66 x 10 ⁻⁶	0,753	21,68 x 10 ⁸
50	0,56 x 10 ⁻⁶	1,258	21,78 x 10 ⁸
60	0,47 x 10 ⁻⁶	2,033	21,88 x 10 ⁸
80	0,37 x 10 ⁻⁶	4,831	-
100	0,29 x 10 ⁻⁶	10,333	-

Conforme se pode depreender da Tabela 5.1, a pressão interna mínima das tubulações nas condições de subpressão durante o transiente hidráulico deveria ser de no mínimo 0,24 m.c.a. para uma temperatura da água em torno de 20° C. Esta condição de

estabilidade da coluna de água foi considerada como meta a atingir no dimensionamento do sistema de proteção das adutoras, para os pontos mais críticos das linhas de recalque.

A filosofia por trás do projeto da maioria dos equipamentos de proteção contra golpe de aríete é bastante similar. O objetivo na maioria dos casos é reduzir a subpressão na tubulação, causada pela parada das bombas. Assim a correspondente sobrepressão será reduzida ou mesmo eliminada. O método mais comum de limitar-se a subpressão é alimentando-se a linha de recalque com água ou ar, tão logo a pressão interna tenda a cair. Isto é conseguido através do emprego de uma série de equipamentos de proteção para os quais se faz aqui uma breve descrição funcional.

5.3.1 Ventosas e Registros de Descarga

Os equipamentos convencionais de uso obrigatório para proteção de linhas de recalque são as ventosas, que devem ser instaladas nos pontos altos das canalizações, e os registros de descarga nos pontos baixos de curvas verticais, sendo estes últimos considerados mais um equipamento de utilidade operacional para limpeza e deságüe da canalização, do que propriamente um equipamento de segurança.

As ventosas, que foram utilizadas, destinam-se a expulsar o ar durante a fase de enchimento da tubulação, ou mesmo das bolhas de ar que se formam durante operações normais, e de admitir ar para evitar as pressões negativas que podem ocorrer durante os transientes hidráulicos, dependendo da conformação topográfica do terreno. Do ponto de vista da segurança operacional das instalações de recalque, é recomendável que as ventosas sejam instaladas como dispositivos de proteção obrigatórios, projetadas conforme a topografia do terreno e das condições de fluxo na canalização, mas que sejam ignoradas para efeito de cálculo na análise dos transientes hidráulicos.

Esta simplificação da função da ventosa como componente ativo do sistema de proteção das linhas de recalque, deve-se a recomendação herdada de consultores com longa experiência no projeto e análise de sistemas de recalque, segundo os quais, é comum a ocorrência de pressões negativas inconvenientes por mal funcionamento das ventosas, devido a ausência de manutenção adequadas das linhas, decorridos alguns anos ainda dentro da vida útil do equipamento. Os efeitos da manutenção inadequada são fatalmente agravados quando o fluido bombeado contém material orgânico, inorgânico ou presença de cloretos provenientes de práticas agrícolas.

Pelos motivos aqui expostos, não se procedeu a simulação dos transientes das linhas de recalque considerando-se as ventosas como dispositivo efetivo de proteção contra o golpe de aríete, tendo-se, porém, projetado as mesmas nas referidas adutoras para funcionarem como tal.

5.3.2 Válvulas de Alívio

As válvulas de alívio são dispositivos de proteção destinados a reduzir os efeitos das sobrepressões indesejáveis nas instalações de recalque, sendo normalmente colocadas imediatamente a jusante dos equipamentos da estação de bombeamento. Seu funcionamento compreende a abertura da válvula durante os períodos de sobrepressão, liberando a água para manter as sobrepressões dentro de valores tolerados pelas canalizações. Uma restrição que se faz é que a válvula deve abrir totalmente antes que a onda de pressão negativa retorne à bomba como onda de pressão positiva num segundo momento.

Nos casos em que não se admitem sobrepressões superiores àquelas da carga de pressão do regime permanente (carga operacional), a válvula deve ser dimensionada para descarregar todo o fluxo para uma carga igual à do regime operacional. Quando é necessária uma precisão acurada contra o golpe de aríete, ou quando o golpe é provavelmente um problema durante desligamento parcial das bombas em importantes sistemas de recalque, recomenda-se a instalação de duas ou mais válvulas de alívio em paralelo, podendo serem as mesmas ajustadas para atuar à diferentes cargas de pressão.

5.3.3 Volantes de Inércia

A utilização de um volante de inércia montado sobre o conjunto moto-bomba, permite reforçar os efeitos de inércia do grupo e aumentar o tempo de parada do bombeamento, com a conseqüente diminuição dos efeitos do choque hidráulico. Entretanto, de acordo com Lencastre:

“a utilização dos volantes está bastante limitada, pois desde que o comprimento da canalização ultrapasse algumas centenas de metros, chega-se rapidamente a pesos exagerados para o volante e este sistema deixa de ser econômico. Por outro lado, quanto mais pesado for o volante, tanto maior terá de ser a potência do motor para vencer, na partida, a inércia deste volante. Esta situação pode conduzir a chamadas de intensidade de corrente impraticáveis que poderão pôr em cheque o arranque dos motores em condições satisfatórias”.

Dado que todos os ramais do Sistema Adutor Camalaú são da ordem de vários quilômetros com exceção da adutora do flutuante, fica inteiramente inviabilizado o uso de volante de inércia como meio de atenuação dos efeitos do golpe de aríete.

5.3.4 Chaminés de Equilíbrio

As chaminés de equilíbrio são reservatórios em contato com a superfície livre, intercalados ao longo da adutora, destinadas a reduzir a intensidade do golpe de aríete nas canalizações, a partir da divisão do comprimento da adutora em dois trechos, cujos comportamentos hidráulicos serão diferenciados no momento da ocorrência do transiente. No caso de linhas de recalque de estações de bombeamento, o trecho de jusante em relação à chaminé de equilíbrio, ou trecho protegido da adutora, sofre um processo de oscilação de massa durante o transiente hidráulico, enquanto que o trecho de montante, ou trecho desprotegido, sofre um processo normal de golpe de aríete por ação da propagação da onda elástica quando da interrupção do bombeamento.

A principal vantagem da chaminé de equilíbrio, é a de proporcionar uma proteção adequada ao trecho de jusante da adutora quer nas sobrepressões, quer nas subpressões, diminuindo substancialmente os efeitos do golpe de aríete na canalização. Sua principal desvantagem reside no fato de requerer uma topografia favorável para sua instalação, o que nem sempre é disponível, principalmente em linhas de recalque de estações de bombeamento. O uso mais comum de chaminés de equilíbrio se dá na proteção de tubulações de alimentação de turbinas em usinas hidrelétricas.

No caso do Sistema Adutor Camalaú, nenhum dos ramais apresentou condição favorável ao seu emprego, quando comparada à proteção dada pelos reservatórios de descarga do tipo “one-way” (TAUs).

5.3.5 Tanques de Alimentação Unidirecionais (TAUs) ou “One-Way”

Os Tanques de Alimentação Unidirecionais (TAUs) ou One-Ways, tem o objetivo de evitar a formação de subpressões indesejáveis na tubulação, estando durante o funcionamento normal do sistema, separados da tubulação de recalque por meio de uma válvula de retenção, abrindo-se esta quando ocorre uma depressão na canalização, evitando-se assim que a pressão interna diminua, devendo ser dimensionado para manter a pressão interna sempre superior à tensão de vapor da água à temperatura do bombeamento. O

tanque é alimentado por um “by-pass” servido de um flutuador ou registro automático de entrada. Normalmente são empregados em pontos elevados da linha de recalque, podendo serem únicos ou distribuídos em sequência ao longo da tubulação.

A vantagem do sistema de one-ways (TAUs) em relação à chaminé de equilíbrio, é a de poderem ser instalados em condições topográficas mais desfavoráveis, não requerendo grandes alturas construtivas. Sua principal desvantagem é o custo de construção da estrutura (reservatório), peças especiais de controle operacional, e, a formação indesejável de lodo no fundo do reservatório devido a sedimentação dos sólidos em suspensão quando se trata de água bruta.

O emprego de reservatórios de descarga do tipo Tanques Amortecedores Unidirecionais (TAUs) foi adotado como principal dispositivo de combate ao golpe de aríete no Trecho EB Flutuante/Stand-Pipe 1, devido suas vantagens em relação aos demais equipamentos de proteção, quer de natureza econômica, quer de natureza operacional.

5.3.6 Reservatório Hidropneumático

O reservatório hidropneumático, é de utilização quase que obrigatória quando o transiente hidráulico causar subpressões inaceitáveis ao longo das canalizações que não podem ser solucionadas por sistemas de reservatórios do tipo TAU, ou chaminés de equilíbrio, em virtude das cotas topográficas disponíveis. A restrição maior ao seu uso está associada às exigências rigorosas de operação e manutenção do dispositivo, que podem não ser cumpridas durante toda a vida útil da instalação, principalmente quando se trata de instalações de pouca importância que não disponham de um serviço contínuo de manutenção e operação permanentes.

A instalação de um reservatório hidropneumático requer a presença permanente de um sistema compressor de ar destinado a manter uma pressão interna adequada de ar dentro do vaso hidropneumático. Esta condição pressupõe também a instalação de um grupo gerador de forma a manter o sistema em condições operacionais permanentes, mesmo quando da interrupção do fornecimento de energia elétrica. Esta restrição inviabiliza economicamente seu emprego na maioria das vezes, requerendo também a presença constante de profissional habilitado para sua operação e manutenção. Uma falha de operação pode causar acidentes indesejáveis caso não haja outros mecanismos de segurança para proteção do sistema.

5.4 ANÁLISE INDIVIDUAL DAS ADUTORAS E DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO

5.4.1 Considerações Gerais

As seguintes etapas foram vencidas para análise do comportamento individual do transiente hidráulico em cada adutora componente do sistema, e o dimensionamento de seu respectivo equipamento de proteção.

- a) Simulou-se o sistema individual da adutora em conformidade com os condicionantes do projeto tal como se não houvesse nenhum equipamento de proteção. Estas simulações compreendem a “Análise Preliminar”, permitindo identificar os pontos críticos ao longo da adutora e a performance da classe de tubulação;
- b) Alocou-se o equipamento de proteção com determinada característica hidráulica no ponto ou pontos críticos e refez-se a simulação do sistema com este equipamento de proteção;

Com fins de permitir uma homogeneidade de princípios na análise dos transientes hidráulicos das diversas adutoras e proporcionar também uma otimização econômica e padronização construtiva dos equipamentos de proteção, foi adotado o Tanque Amortecedor Unidirecional (TAU) como principal dispositivo, de proteção.

5.4.2 Adutora de Recalque da Estação de Bombeamento Flutuante ao Stand-Pipe 1

5.4.2.1 Características Gerais

A Estação de Bombeamento Flutuante realiza a captação sobre flutuante no Açude Camalaú recalcando a água através de 2 linhas ativas e 1 de reserva em tubos de polietileno PEAD DN 200 (D externo), com comprimento de cerca de 60m, até um barrilete situado no corpo da barragem, a partir do qual a água é reunida em uma única adutora em ferro fundido classe K-7, PRFV e DEFºFº (DN 200), sendo recalcada até o “Stand-Pipe - 1” situado na estaca 63+0,00, perfazendo para a adutora principal, um comprimento total de cerca de 1.547m.

A cota da captação no nível mínimo é 534,25 m e a restituição no “Stand-Pipe” é 594,50 m. As bombas do sistema de captação são 2 ativas mais 1 reserva tipo KSB ou similar B7B – 3 estágios, de eixo vertical, 3.480 rpm, e a potência prevista é 24,37 cv, resultando uma potência comercial de 30 cv.

A vazão aduzida por cada bomba é de 17,21 l/s

5.4.2.2 Resultados da Análise Preliminar

Foi feita a simulação do rebaixamento máximo da pressão na seção da bomba, máxima subpressão, bem como da máxima sobrepressão através da utilização da metodologia recomendada pela norma P-NB-591/77 em seu Anexo I.

Posteriormente fez-se a avaliação das envoltórias das subpressões e sobrepressões.

O gráfico de resultados desta análise preliminar dos transientes hidráulicos, mostrado a seguir, indica a ocorrência de subpressões, no trecho da barragem bem como ao longo de cerca de 700 m da adutora de recalque. (Figura 5.1)

5.4.2.3 Resultados da Solução Final

Após a instalação de dois TAUs de alturas de NA igual a 15 m a distâncias de cerca de 340 m e 1190 m do Flutuante, verificou-se que houve uma elevação da linha envoltória de subpressões compatíveis com a manutenção de pressões aceitáveis (ver gráfico mostrado a seguir – Figura 5.2)

Os Desenhos CAMALAÚ-PB-HDM-009 e CAMALAÚ-PB-HDM-010, ilustram as características dos TAUs prescritos.

No Capítulo de Memória de Cálculos apresenta-se a avaliação dos transientes hidráulicos desse sistema com e sem proteção e o dimensionamento dos TAUs.

5.4.3 Adutora de Recalque da EB-1

5.4.3.1 Características Gerais

A Estação de Bombeamento EB-1 recalca as águas provenientes do Stand-Pipe- 1 para o Stand-Pipe - 2 através de dois conjuntos moto-bombas (1+1R).

As cotas dos níveis do poço de sucção desta Estação de Bombeamento correspondem aos valores: NA mín = 579,50 m, NA máx = 581,50 m. O nível d'água do Stand-Pipe - 2 situa-se na cota 627,00 m. O desnível a ser vencido para o NA mín, na sucção é de 47,50 m.

Figura 5.1 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-F - Stand-Pipe 1

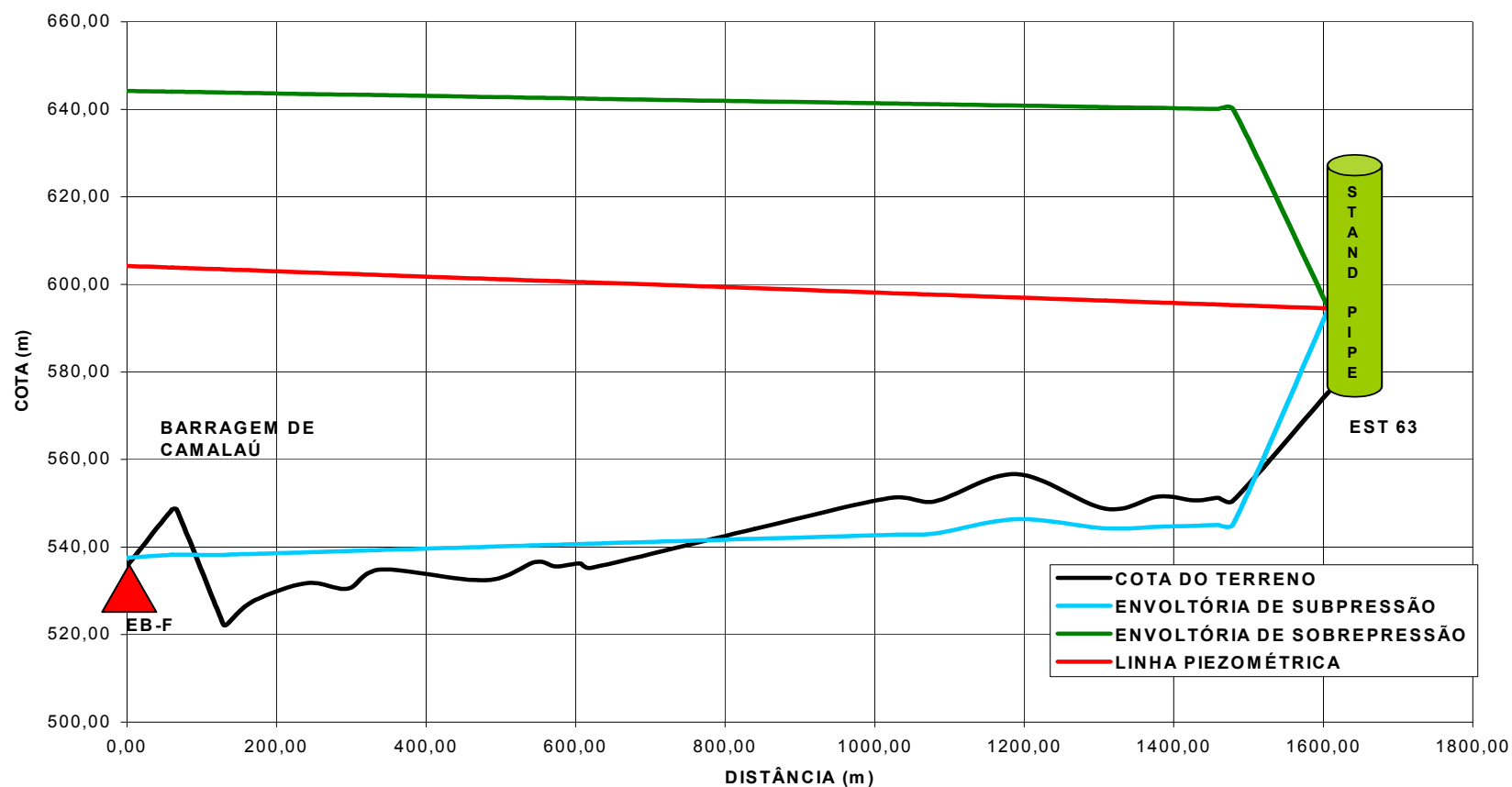
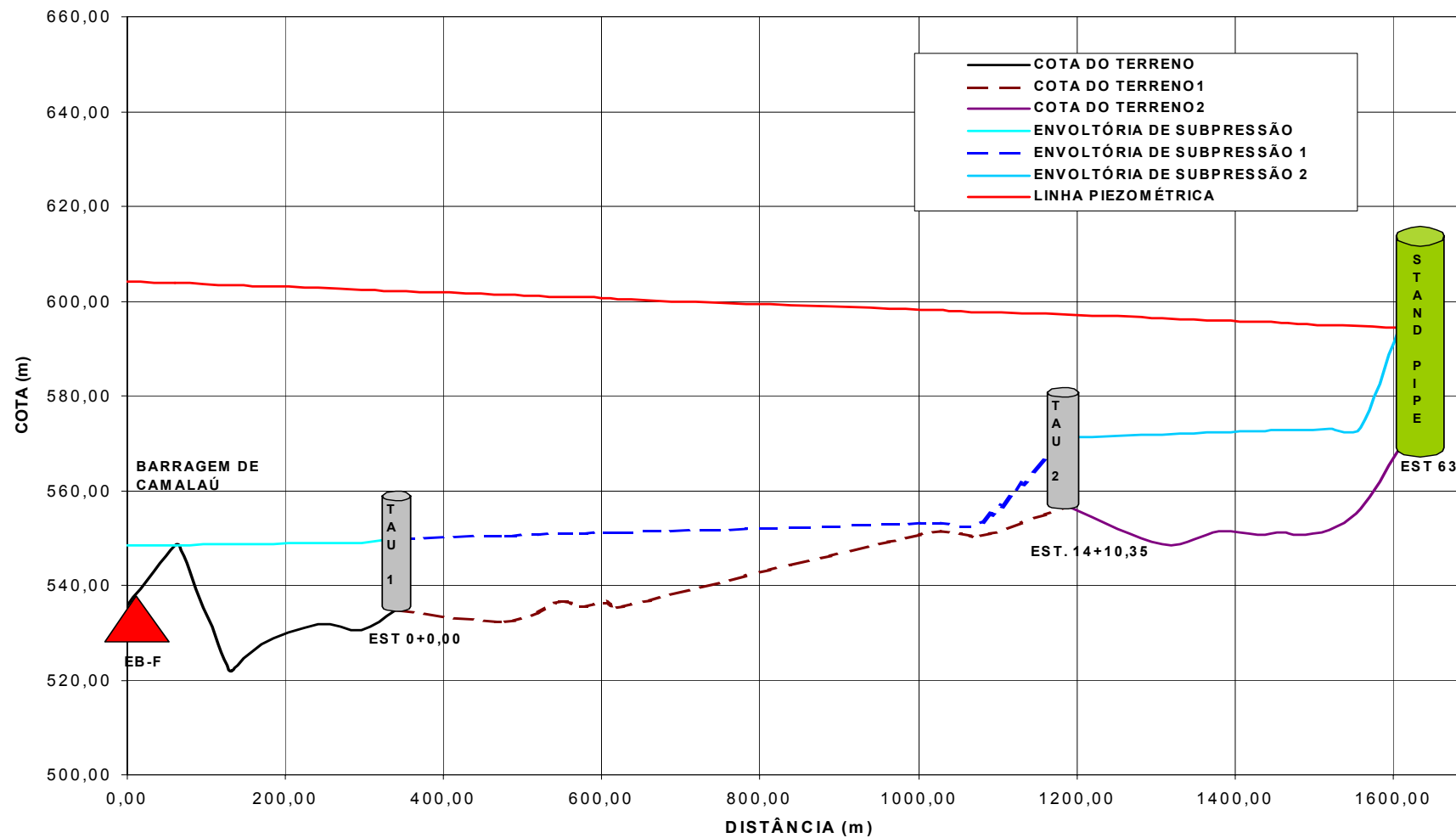


Figura 5.2 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Com Proteção - EB-F - Stand-Pipe 1



Para promover a elevação mecânica da vazão de 24,55 l/s foi previsto no projeto, bombas centrífugas da marca Ingersoll Dresser Pumps ou similar (1 + 1R), modelo D-814 – 4x3x10 – 3.560 rpm, associadas a motores de potência 70 cv.

A adutora de recalque possui a extensão de 21.416 m e diâmetro de 200 mm.

5.4.3.2 Resultados da Análise Preliminar

Foi feita a simulação do rebaixamento máximo da pressão na seção da bomba, máxima subpressão, bem como da máxima sobrepressão. Para tal fim foi utilizada a metodologia recomendada pela norma P-NB-591/77 m em seu Anexo I.

Posteriormente fez-se a avaliação das envoltórias de subpressões e sobrepressões.

O gráfico de resultados desta análise preliminar dos transientes hidráulicos, mostrado a seguir, indica que as envoltórias de subpressões e sobrepressões produzem pressões limites compatíveis com a classe de pressão da tubulação adutora. (Figura 5.3)

Portanto não será necessário a inclusão de qualquer equipamento de proteção. Na memória de cálculo apresenta-se o cálculo do transiente do sistema, sem proteção.

5.4.4 Adutora de Recalque da EB-2 para Cacimbinha

5.4.4.1 Características Gerais

A Estação de Bombeamento EB-2 destinada a Cacimbinha, recalca água tratada a partir de um poço de sucção (NA máx = 612,00m e NA mín. = 610,50m)

O Reservatório de Cacimbinha terá cota de NA máx. = 681,70m. Esta Estação de Bombeamento vencerá pois um desnível geométrico máximo de 71,20 m.

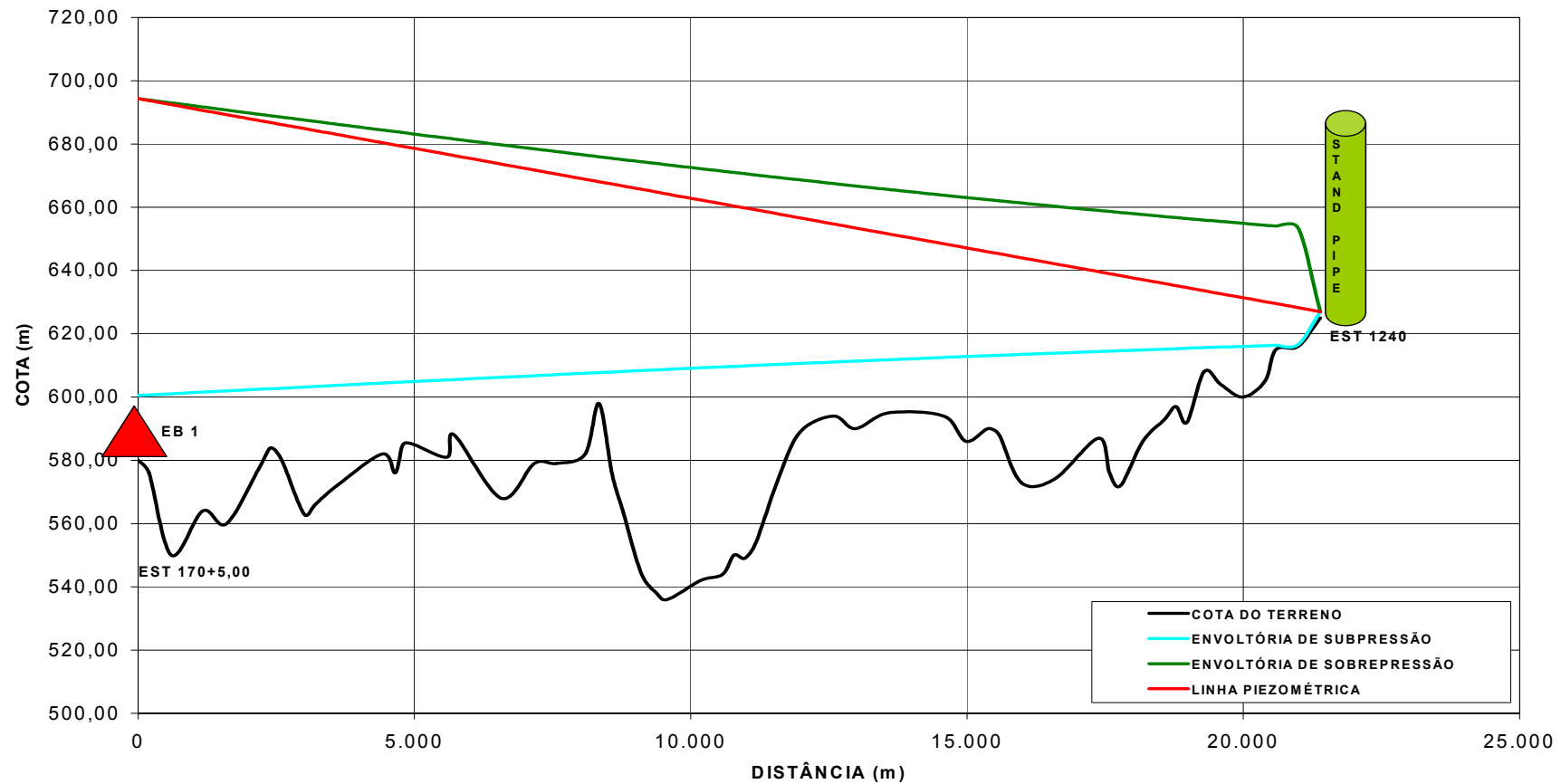
A elevação mecânica será efetivada por uma bomba centrífuga da Dresser Pumps ou similar, modelo D-814 – 3x1.1/2x10 – 3.550 rpm, associada a um motor elétrico de 40 cv de potência.

A adutora possui extensão aproximada de 27.610 m no diâmetro 150 mm.

5.4.4.2 Resultados da Análise Preliminar

Foi elaborada a simulação do rebaixamento máximo da pressão na seção da bomba, bem como da máxima sobrepressões. Para tal finalidade foi utilizada a metodologia recomendada pela norma P-NB-591/77 em seu Anexo I. Posteriormente fez-se a avaliação dos envoltórios de subpressão e sobrepressões.

Figura 5.3 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-1 - Stand-Pipe 2



O gráfico de resultados desta análise preliminar dos transientes hidráulicos, mostrado a seguir, indica que as envoltórias de subpressões e sobrepressões classe de pressão da tubulação adutora. (Figura 5.4)

Portanto não será necessário a inclusão de qualquer equipamento de proteção

5.4.5 Adutora de Recalque da EB-2 para São Sebastião do Umbuzeiro/Zabelê

5.4.5.1 Características Gerais

A Estação de Bombeamento EB-2 para São Sebastião do Umbuzeiro/Zabelê, recalca água tratada a partir do poço de sucção da EB-2 (NA máx. = 612,00 m e NA mín. = 610,50m).

O Reservatório de Zabelê, ponto que condiciona o dimensionamento do recalque, tem cota de NA máx. = 687,58 m, esta estação de bombeamento vencerá pois um desnível geométrico máximo de 77,08 m.

A bomba centrífuga que efetivará a elevação mecânica, considerada no projeto foi da marca Dresser Pumps, modelo D-814 – 3x1.1/2x13 – 3.550 rpm, associada a um motor elétrico de 70 cv de potência.

A adutora possuirá uma extensão de 23.664,70m e diâmetro de 200 mm até a estaca 106 + 0,00 situada após a derivação para São Sebastião do Umbuzeiro e deste ponto até Zabelê, o diâmetro de 100 mm e extensão 9.559,20 m.

5.4.5.2 Resultados da Análise Preliminar

Foi elaborada a simulação do rebaixamento máximo da pressão na bomba, bem como da máxima sobrepressão que se verifica na mesma seção.

Para tal finalidade foi utilizada pela norma P-NB-591/77, em seu Anexo I.

Posteriormente fez-se a avaliação das envoltórias de subpressões e sobrepressões.

O gráfico de resultados desta análise preliminar dos transientes hidráulicos, mostrado a seguir, indica que as envoltórias de subpressões e sobrepressões produzem pressões limites compatíveis com a classe de pressão da tubulação adutora. (Figura 5.5)

Portanto não será necessário a inclusão de qualquer equipamento de proteção.

No Capítulo de Memória de Cálculo encontra-se a planilha de avaliação dos transientes desse sistema.

Figura 5.4 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-2/3 - Cacimbinha

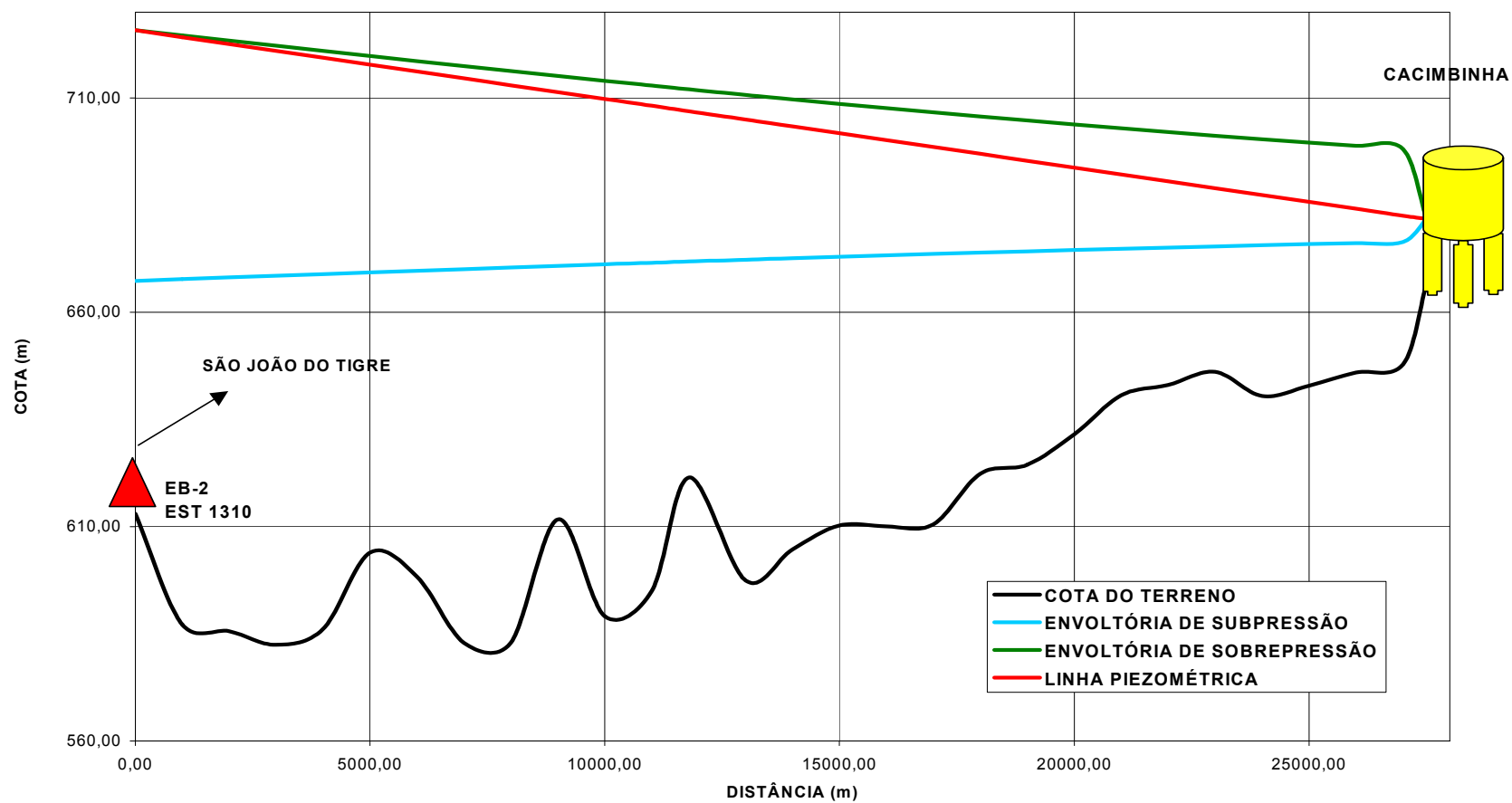
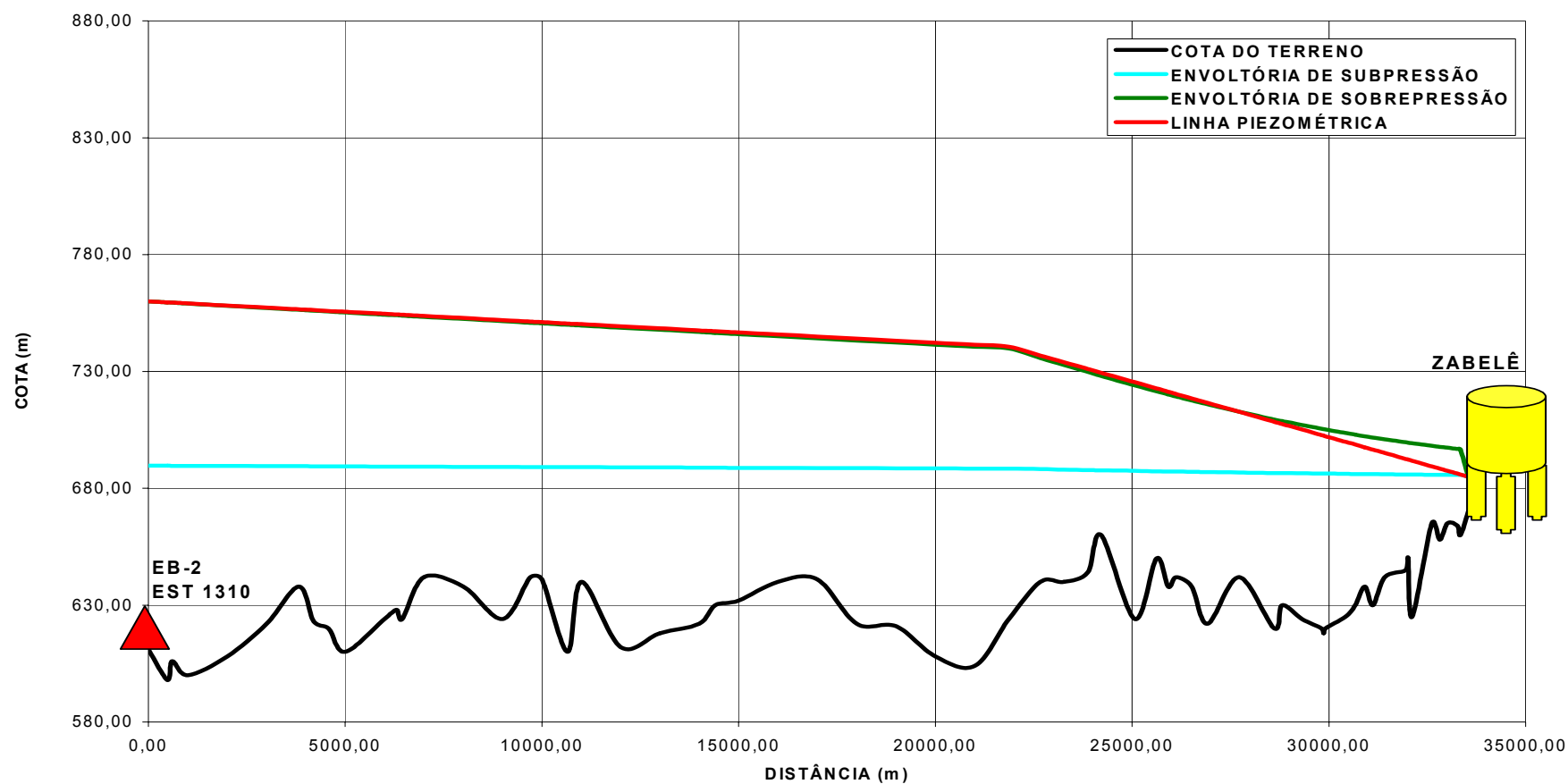


Figura 5.5 - Sistema Adutor de Camalaú - Envoltórias de Pressões Transientes Sem Proteção - EB-2/2 - São Sebastião do Umbuzeiro/Zabelê



6. Sistema de Automação, Medição e Telecomando

6. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO

6.1 OBJETIVO

O Sistema de Automação, Medição e Telecomando, tem a finalidade de aprimorar o controle operacional e de supervisão do Sistema Adutor Camalaú, 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 levar, primordialmente, em conta, 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.

6.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sistema de automação, telecomando e medição propostos, proverá a nova ETA de São João do Tigre, das informações necessárias ao gerenciamento de todo processo hidráulico e elétrico do sistema. Na ETA 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-se assim ser gerado vários tipos de relatórios tanto na gerência da nova ETA de São João do Tigre bem como na sede da CAGEPA, em João Pessoa. O sistema proposto foi concebido para operar de forma automatizada e manual, distintamente, com exceção das ETAs: de Camalaú (existente) e de São João do Tigre (projetada), que terá controle especificamente manual.

6.2.1 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.

6.2.2 Telecomando

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

6.2.3 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.

6.2.4 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 2 da Estação de Bombeamento Flutuante foi desativado devido a sobrecorrente;
- a moto-bomba de nº 1 da EB-1 foi desligada por falta de fase;
- o reservatório de água tratada da ETA está transbordando.

6.3 CONTROLE OPERACIONAL DO SISTEMA

6.3.1 Geral

O controle operacional do sistema será realizado na ETA, nas opções: automático e manual, com intervenção e informações de todas as unidades integrantes do mesmo, com exceção da ETA de São João do Tigre e atual de Camalaú.

6.3.2 Dados e Premissas

Para elaboração do presente estudo, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Avaliação do perfil topográfico entre as estações, com base em plantas topográficas na escala H: 1:50.000 e v: 1:5.000.
- Estudos técnicos para enlaces rádio em VHF e em UHF;
- Estudo da rotina operacional para operação do sistema;
- Estudo dos equipamentos envolvidos no sistema.

6.3.3 Critérios

Todas as Estações de Bombeamento terão sistema de comunicação de voz do tipo VHF ou UHF.

Nas localidades a serem abastecidas que não dispuserem de comunicação de voz, será previsto sistema de VHF ou UHF, para comunicação ao centro de operações da Nova ETA, em São João do Tigre.

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

6.3.4 Automação das Estações de Bombeamento

As Estações de Bombeamento serão supervisionadas e controladas em função do nível de água dos reservatórios a jusante, o(s) qual(ais) será(ão) abastecido(s) pelas bombas localizadas nas estações de montante.

A supervisão e o controle do nível de água no(s) reservatório(s) a serem supridos serão feitas por medidores de nível ultra-sônico os quais informarão aos CLP's os dados necessários para acionamento e/ou desligamento dos SOFT START, como também sinais de alarme de nível mínimo ou máximo.

A concepção de projeto para o atendimento da vazão de cada estação de bombeamento foi idealizada com base no fracionamento da vazão nominal em mais de um conjunto

moto-bomba (EBF), com uma unidade em regime de reserva, cujo funcionamento será alternado com as demais, em regime de rodízio. Naquelas estações em que apenas um conjunto moto-bomba, atenda a vazão nominal, também foi previsto um conjunto de reserva, que terá funcionamento alternado dentro do regime de rodízio (EB-1, EB-2).

O gerenciamento das ordens de partida/parada das bombas será feito por Controladores Lógicos Programáveis - CLP's instalados nas estações de bombeamento.

Os sinais analógicos/digitais necessários à operação/interpretação dos CLP's serão transmitidos por meio de ondas de rádio MODEM.

O Rádio MODEM deverá trabalhar na frequência de 902 a 928 MHz, a fim de evitar-se interferências de frequências harmônicas de VHF e UHF. Sua operação deve ser do tipo SPREAD SPECTRUM (Varredura Espectral) e deve operar sob protocolo DF1 e MODBUS embutido para que se obtenha excelente comunicação radio/CLP atendendo assim à transmissão de dados analógicos /digitais, como também a realização de enlaces rádio/rádio através do processo STOREFOWARD, possibilitando eventualmente a criação de estações repetidoras de simples configuração, não necessitando-se de compra de outro equipamento para esse fim. Sua potência não deverá ultrapassar a potência de transmissão de 2w e atingir um raio de aproximadamente de 40 km, com uma antena externa.

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 seqüência 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, quer de natureza elétrica, hidráulica ou mecânica, deverá realizar as seguintes funções relativas aos equipamentos elétricos:

- ordem de partida dos grupos;
- seqüência de religação dos grupos;
- segurança dos grupos;
- segurança da estação;
- sinalização e seqüência 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 de Bombeamento (para todos os grupos).

Antes de serem levadas em conta pelo CLP, todas as informações serão temporizadas pelo programa (ajustagem de 0 a 5 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.

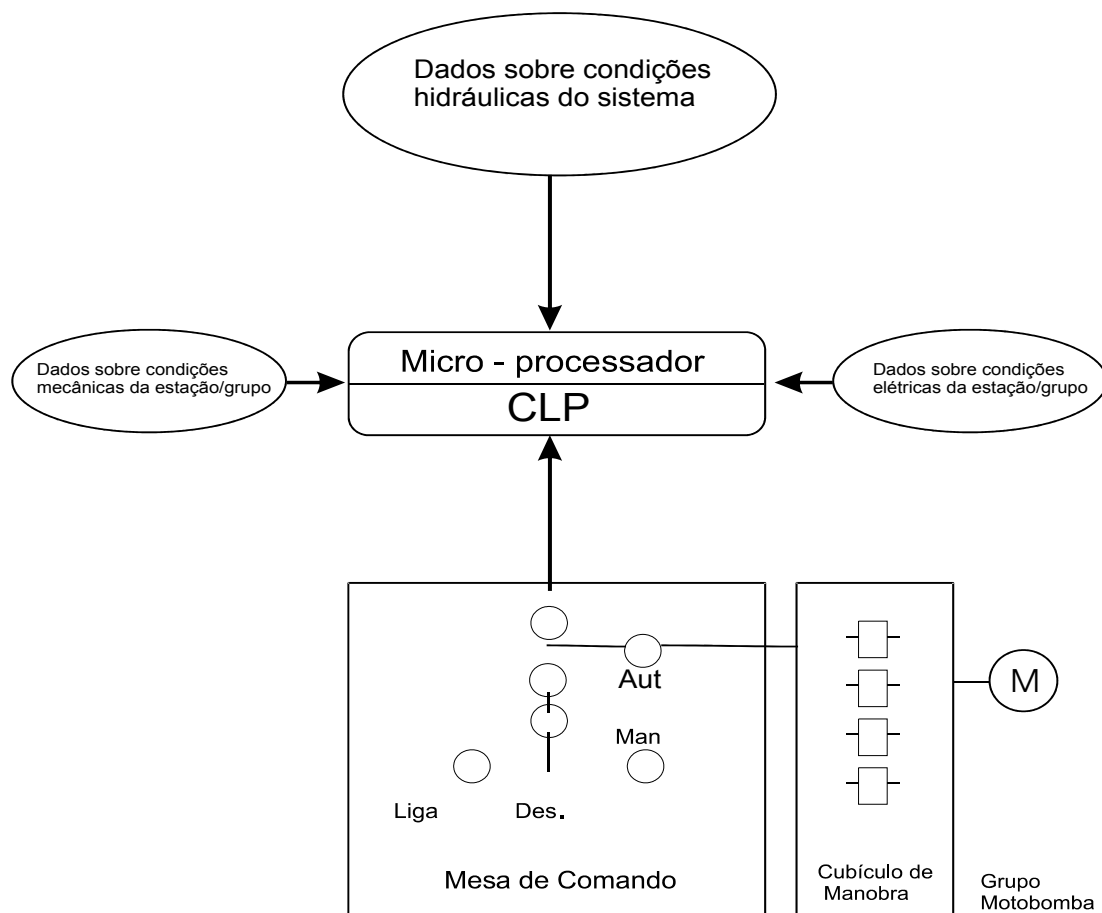
É importante considerar que, as seguranças do grupo intervirão ao nível de cada grupo. Ao contrário, as seguranças gerais da estação param o conjunto dos grupos em operação.

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/motores (quando existentes);
- ação do relé Bucholtz dos transformadores (quando existente);
- disjuntor de baixa tensão aberto;
- falha no sentido de rotação de fases.

6.3.4.1 Interdependência entre as Estações de Bombeamento

O Quadro a seguir apresenta as condições de interdependência entre as Estações de Bombeamento e os Reservatórios que serão abastecidos pelas respectivas bombas. Os sensores de níveis instalados nesses reservatórios deverão enviar sinais de comando para os CLP's da estação de montante para a programação de LIGAR/ DESLIGAR das bombas de recalque.



Os CLP's executarão, além das funções abaixo, aquelas relacionadas no texto e diagramas esquemáticos mostrados neste capítulo.

As Estações de Bombeamento, além de serem acionadas na ETA de São João do Tigre, a partir de comando automático ou manual, serão acionadas também "in loco" se necessário, pelo operador.

Estação de Bombeamento Flutuante de Água Bruta – EB-F

Número de Bombas	Relação de Dependência
2 + 1	Controlada pelo Stand-Pipe 1/ ETA Camalaú

Estação de Bombeamento EB-1 Intermediária – de Água Bruta

Número de Bombas	Relação de Dependência
1 + 1	Controlada pelo Stand-Pipe 2

Estação de Bombeamento EB-2/1 – Ramal para São João do Tigre

Número de Bombas	Relação de Dependência
1 + 1	Controlada pelo reservatório apoiado de São João do Tigre

Estação de Bombeamento EB-2/2 – Ramal para São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê

Número de Bombas	Relação de Dependência
1 + 1	Controlada pelo reservatório de Zabelê/São Sebastião do Umbuzeiro

Estação de Bombeamento EB-2/3 – Ramal para Cacimbinha

Número de Bombas	Relação de Dependência
1 + 1	Controlada pelo reservatório de distribuição elevado de Cacimbinha

6.3.5 Automação dos Reservatórios

Os reservatórios serão supervisionadas e controladas em função do nível de água, o(s) qual(ais) será(ão) abastecido(s) pelas bombas localizadas nas estações de bombeamento de montante.

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

Serão previstos, medidores de vazão, na entrada e na saída dos reservatórios, como também sensores de nível que contabilizarão os volumes armazenados, e válvula de bloqueio automática que fechará à alimentação do reservatório quando este atingir o nível máximo.

6.4 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO PROPOSTO

6.4.1 Captação – Estação de Bombeamento Flutuante – EB-F

A captação EB-F montada em flutuante, é composta de 02 (duas) bombas de 30 cv (ativas) e 01 (uma) de 30 cv de reserva. A água bruta será recalçada até um stand-pipe e deste, por gravidade, até a EB-1.

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento situado na Nova ETA de São João do Tigre, 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).

b) Hidráulicos

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

c) Equipamentos Previstos

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;
- 01 Rádio modem com antena;
- 01 Medidor de vazão eletro-magnético (custo considerado no orçamento das obras);
- 01 Medidor de nível ultrassônico;
- 01 Célula de pressão;
- 03 Transdutor de corrente;
- 01 Transdutor de tensão;
- 03 Liga /desliga conjunto moto-bomba (CLP).

6.4.2 Stand-Pipe - 1 na Adução de Água Bruta

Estrutura de transição em concreto armado, em forma de reservatório posicionado em ponto elevado na adutora de água bruta onde serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento da ETA, via Rádio Modem.

a) Hidráulicos

- Nível d'água.

b) Equipamentos

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;

- 01 Rádio modem com antena;
- 01 Medidor de nível ultrassônico.

6.4.3 Estação de Bombeamento Intermediária EB-1

Estação fixa, abrigada em estrutura de concreto armado, composta de 01 (uma) bomba de 70 cv (ativa) e 01 (uma) de 70 cv de reserva, junto a um reservatório de compensação.

Serão instalados dispositivos de controle 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.

c) Equipamentos Previstos

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;
- 01 Rádio modem com antena;
- 01 Medidor de vazão eletro-magnético (custo considerado no orçamento da obra);
- 01 Medidor de nível ultrassônico;
- 01 Medidor de pressão;
- 02 Transdutor de corrente;
- 01 Transdutor de tensão;
- 02 Liga /desliga conjunto moto-bomba.

6.4.4 Stand-Pipe - 2 na Adução de Água Bruta

Estrutura de transição em concreto armado, em forma de reservatório posicionado em ponto elevado na adutora de água bruta (recebe água da EB-1), onde serão instalados

dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento da ETA de São João do Tigre, via Rádio modem

a) Hidráulicos

- Nível de água.

b) Equipamentos

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

6.4.5 Estrutura de Chegada na ETA de Camalaú (existente)

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA de São João do Tigre, via Rádio modem.

a) Hidráulicos

- Vazão na entrada da ETA;
- Nível de água.

b) Equipamentos

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;
- 01 Rádio modem com antena;
- 01 Medidor de nível ultrassônico;
- 01 Medidor de vazão eletro-magnético (custo considerado no orçamento das obras).

6.4.6 Estrutura de Chegada na ETA de São João do Tigre

Estrutura de transição (câmara de mistura rápida), localizado na área da ETA, que irá alimentar:

a) A nova Estação de Tratamento de Água em São João do Tigre.

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA, via Rádio-Modem.

b) Hidráulicos

- Vazão na entrada da estrutura;
- Nível d'água.

c) Equipamentos

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;
- 01 Rádio modem com antena;
- 01 Medidor de vazão eletro-magnético (custo considerado no orçamento das obras);
- 01 Medidor de nível ultrassônico.

6.4.7 Reservatório de Água Tratada Apoiado anexo à EB-2

Estrutura de reservação a ser implantada na área adjacente à EB-2, que armazenará o volume de água tratada, que serão posteriormente recalcados para os reservatórios de distribuição de: São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê, São João do Tigre e Cacimbinha.

Os dispositivos de controle previstos fornecerão as seguintes informações:

a) Equipamentos:

- 01 Medidor de Nível Ultrassônico.

6.4.8 Estação de Bombeamento EB-2

Estação fixa, abrigada em estrutura de concreto armado composta de 03 (três) recalques distintos, a saber:

- EB-2/1 – Recalque para São João do Tigre
Conjunto composto por 02 (duas) bombas de 1,0 cv (1 + 1R).
- EB-2/2 – Recalque para São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê
Conjunto composto por 01 (uma) bomba de 70 cv e 01 (uma) de 70 cv de reserva.
- EB-2/3 – Recalque para Cacimbinha
Conjunto composto por 01 (uma) bomba de 40 cv e 01 (uma) de 40 cv de reserva.

Serão utilizados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações:

a) Elétricos

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

b) Hidráulicos

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

c) Equipamentos Previstos

- 01 Unidade Terminal Remota;
- 01 No break;
- 01 Rádio modem com antena;
- 03 Medidores de vazão eletro-magnéticos (custos considerados no orçamento das obras);
- 03 Medidores de pressão;
- 06 Transdutores de corrente;
- 03 Transdutor de tensão;
- 06 Liga /desliga conjunto moto-bomba.

7. Memória de Cálculo

7. MEMÓRIA DE CÁLCULO

7.1 CURVA DO SISTEMA DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO FLUTUANTE – EBF

Cálculo da Curva do Sistema da EB-F

Vazão do Sistema	34,41
Número de Bombas	2
Vazão por Bomba	17,21 l/s
Reserva	1
Total de Bombas	3

Perdas de Carga Acidentais em Peças Especiais

Peça	Sucção DN = 200			Recalque DN = 150		
	K	Quant.	K total	K	Quant.	K total
Curva de 90°	0,4	-	0	0,4	2	0,8
Curva de raio curto (cotovelo)	0,9	-	0	0,9		0
Curva de 45°	0,2	-	0	0,2		0
Cotovelo de 45°	0,4	-	0	0,4		0
Curva de 22°30'	0,1	-	0	0,1		0
Crivo	0,75	-	0	0,75		0
Ampliação	0,3	-	0	0,3		0
Redução gradual	0,15	-	0	0,15	2	0,3
Registro de gaveta aberto	0,2	-	0	0,2	1	0,2
Válvula controladora de Bomba	3,5	-	0	3,5	1	3,5
Registro de ângulo aberto	5	-	0	5		0
Junção de 45°	0,4	-	0	0,4		0
Tê, passagem estreita	0,6	-	0	0,6		0
Tê, saída lateral	1,3	-	0	1,3	1	1,3
Tê, saída bilateral	1,8	-	0	1,8		0
Válvula de retenção	2,5	-	0	2,5	1	2,5
Válvula de pé	1,75	-	0	1,75		0
Total			0			8,6
Perdas Localizadas (m)			0,575			0,415
Perdas Localizadas Totais(m)						0,990

Cálculo da Perda de Carga Distribuída na Tubulação de Recalque

Q (l/s)	L (m)	DN	V (m/s)	K	Perda Unit (m/m)	Perda Total (m)
17,205	60,2	150,8	0,96	0,04	0,005727	0,34
34,41	279,25	200	1,10	0,2	0,006396	1,79
34,41	850	200	1,10	0,16	0,006143	5,22
34,41	418	200	1,10	0,12	0,005861	2,45

Cálculo da Altura Manométrica

Sucção		Recalque		Altura Geométrica		Perdas de Carga (m)	Alturas	
NA mín (m)	NA máx (m)	NA mín (m)	NA máx (m)	Mín.	Máx.		Máx. (m)	Mín. (m)
534,25	543,87	594,50	594,50	50,63	60,25	10,79	71,04	61,42

Bomba Escolhida

Marca: KSB
Modelo: B 7 B - 3 Estágios
Rotação: 3480 rpm

Cálculo da Potência Hidráulica das Bombas

Q Total (l/s)	AMT méd. (m.c.a)	Ren. Bom. (%)	Pot. Total (cv)	No. De Bombas	Pot/Bomba (cv)
34,41	66,23	72,5	41,91	2	20,96

Cálculo da Potência de um Conjunto Moto Bomba

Pot. Hidr. (cv)	Rend. Motor (%)	Pot. (cv)	Pot. Com. (cv)	Pot. Total (cv)
20,96	0,86	24,37	30,00	60,00

Cálculo do NPSH Disponível

Z (m)	Pa (kgf/cm ²)	Pv (20°C) (kgf/cm ²)	Perda Suc. (m)	NPSH disp (m)	NPSH req (m)	NPSH res (m)
0,2	0,97	0,024	0,575	9,09	5,40	3,69

Curva do Sistema

Tubulação de recalque

Q (l/s): 34,41 **Perda = $K_1 Q^2$**
Perda (m): 9,80 **$K_1 = 8278,295$**

Alturas geométricas

Máxima: 60,25
Mínima: 50,63

Perdas Localizadas

Sucção: 0,575 **Perda = $K_S Q^2$** **Perda = $K_R Q^2$**
Recalque: 0,415 **$K_S = 1942,49$** **$K_R = 1403,64$**

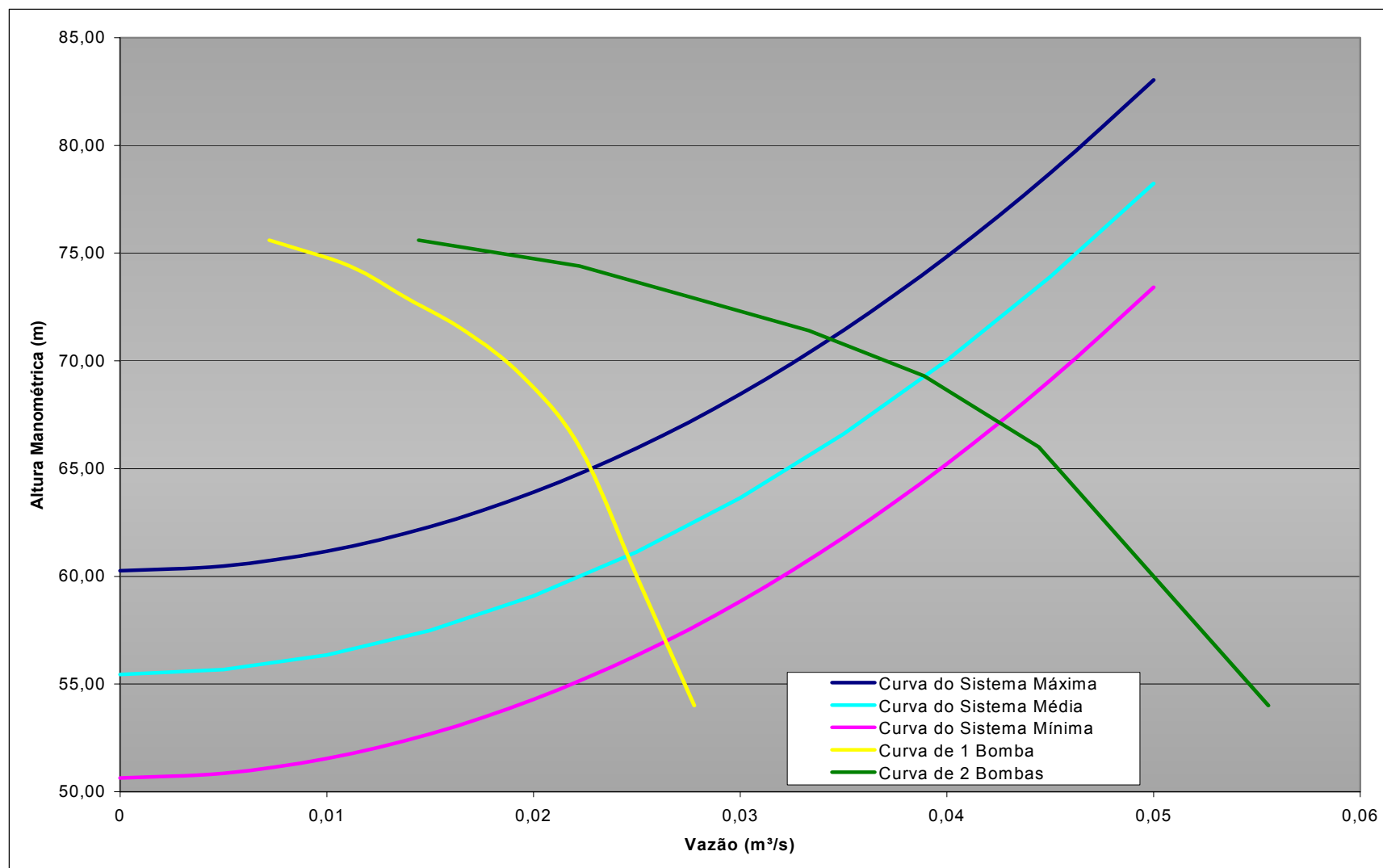
Curva do Sistema

Q (l/s)	Q (m ³ /s)	Alt. Manométrica (m)		
		Máx.	Mín.	Média
0	0	60,25	50,63	55,44
5	0,005	60,48	50,86	55,67
10	0,010	61,16	51,54	56,35
15	0,015	62,30	52,68	57,49
20	0,020	63,90	54,28	59,09
25	0,025	65,95	56,33	61,14
30	0,030	68,46	58,84	63,65
35	0,035	71,42	61,80	66,61
40	0,040	74,84	65,22	70,03
45	0,045	78,71	69,09	73,90
50	0,050	83,04	73,42	78,23

Curva da Bomba

Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)					Alt. Man. (m)
	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas	4 Bombas	5 Bombas	
26	0,007	0,014	-	-	-	75,60
40	0,011	0,022	-	-	-	74,40
50	0,014	0,028	-	-	-	72,90
60	0,017	0,033	-	-	-	71,40
70	0,019	0,039	-	-	-	69,30
80	0,022	0,044	-	-	-	66,00
90	0,025	0,050	-	-	-	60,00
100	0,028	0,056	-	-	-	54,00

Figura 7.1 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento Flutuante



7.2 CURVA DO SISTEMA DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-1

Cálculo da Curva do Sistema da EB-1

Vazão do Sistema	24,55 l/s
Número de Bombas	1
Vazão por Bomba	24,55 l/s
Reserva	1
Total de Bombas	2

Perdas de Carga Acidentais em Peças Especiais

Peça	Sucção DN = 200			Recalque DN = 150		
	K	Quant.	K total	K	Quant.	K total
Curva de 90°	0,4	1	0,4	0,4	1	0,4
Curva de raio curto (cotovelo)	0,9		0	0,9		0
Curva de 45°	0,2		0	0,2		0
Cotovelo de 45°	0,4		0	0,4		0
Curva de 22°30'	0,1		0	0,1		0
Crivo	0,75		0	0,75		0
Ampliação	0,3		0	0,3	1	0,3
Redução gradual	0,15	1	0,15	0,15		0
Registro de gaveta aberto	0,2	1	0,2	0,2	1	0,2
Válvula controladora de Bomba	10		0	3,5	1	3,5
Registro de ângulo aberto	5		0	5		0
Junção de 45°	0,4		0	0,4		0
Tê, passagem estreita	0,6		0	0,6		0
Tê, saída lateral	1,3		0	1,3	1	1,3
Tê, saída bilateral	1,8		0	1,8		0
Válvula de retenção	2,5		0	2,5	1	2,5
Válvula de pé	1,75		0	1,75		0
Total			0,75			8,2
Perdas Localizadas (m)			0,023			0,807
Perdas Localizadas Totais(m)						0,830

Cálculo da Perda de Carga Distribuída na Tubulação de Recalque

Q (l/s)	L (m)	DN	V (m/s)	K	Perda Unit (m/m)	Perda Total (m)
24,55	11608	200	0,78	0,16	0,003205	37,20
24,55	9808	200	0,78	0,12	0,003072	30,13

Cálculo da Altura Manométrica

Sucção		Recalque		Altura Geométrica		Perdas de Carga (m)	Alturas	
NA min (m)	NA máx (m)	NA min (m)	NA máx (m)	Mín.	Máx.		Máx. (m)	Mín. (m)
579,50	581,50	627,00	627,00	45,50	47,50	68,16	115,66	113,66

Bomba Escolhida

Marca: Worthington
Modelo: D-814
Rotação: 3560 rpm

Cálculo da Potência Hidráulica das Bombas

Q Total (l/s)	AMT méd. (m.c.a)	Ren. Bom. (%)	Pot. Total (cv)	No. De Bombas	Pot/Bomba (cv)
24,55	114,66	68	55,20	1	55,20

Cálculo da Potência de um Conjunto Moto Bomba

Pot. Hidr. (cv)	Rend. Motor (%)	Pot. (cv)	Pot. Com. (cv)	Pot. Total (cv)
55,20	0,95	58,10	70,00	70,00

Cálculo do NPSH Disponível

Z (m)	Pa (kgf/cm²)	Pv (20°C) (kgf/cm²)	Perda Suc. (m)	NPSH disp (m)	NPSH req (m)	NPSH res (m)
0,2	0,97	0,024	0,023	9,64	3,00	6,64

Curva do Sistema

Tubulação de recalque

Q (l/s): 24,55 Perda = $K_1 Q^2$
 Perda (m): 67,33 $K_1 = 111719,3$

Alturas geométricas

Máxima: 47,50
 Mínima: 45,50

Perdas Localizadas

Sucção: 0,023 Perda = $K_S Q^2$ Perda = $K_R Q^2$
 Recalque: 0,807 $K_S = 38,73$ $K_R = 1338,35$

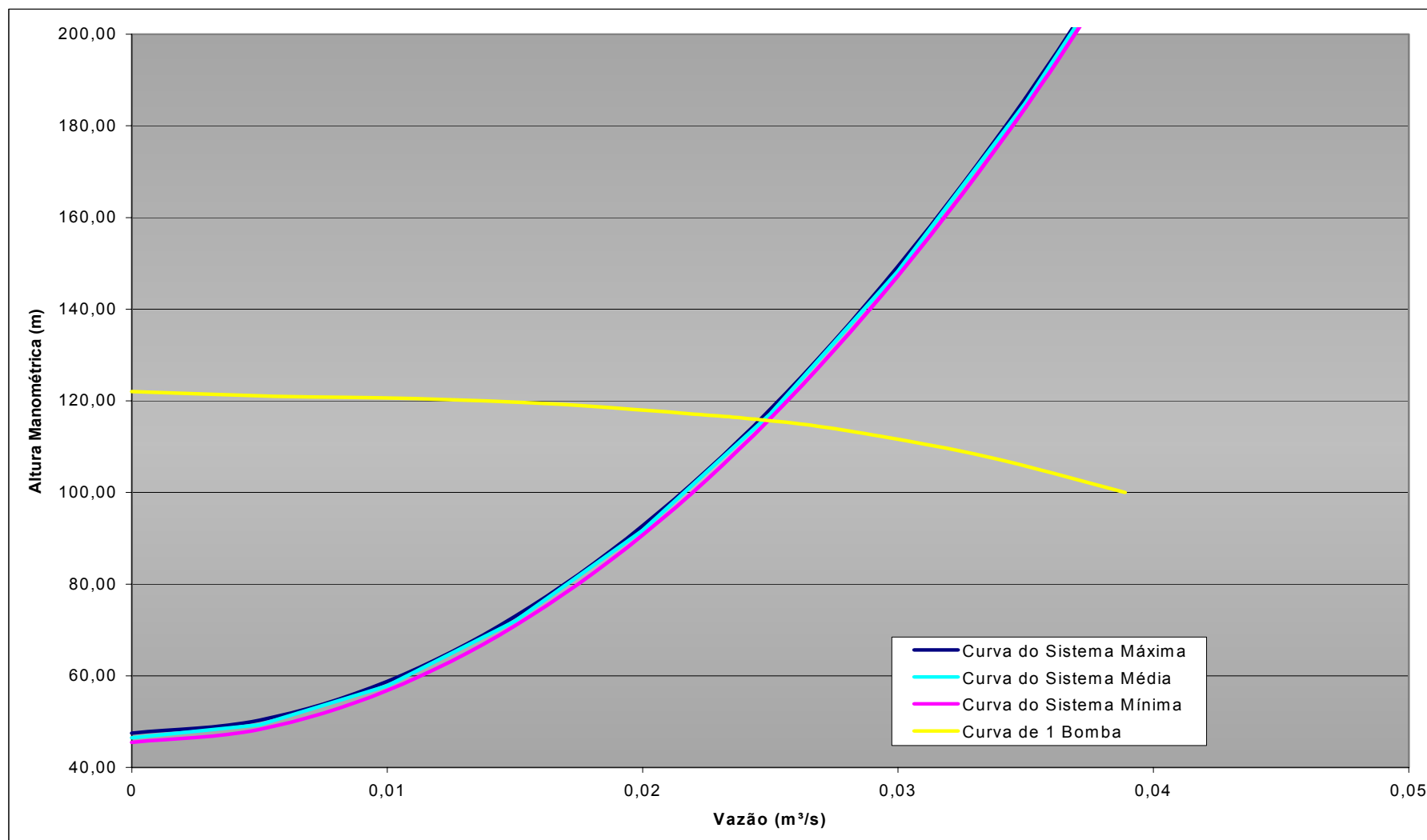
Curva do Sistema

Q (l/s)	Q (m³/s)	Alt. Manométrica (m)		
		Máx.	Mín.	Média
0	0	47,50	45,50	46,50
5	0,005	50,33	48,33	49,33
10	0,010	58,81	56,81	57,81
15	0,015	72,95	70,95	71,95
20	0,020	92,74	90,74	91,74
25	0,025	118,19	116,19	117,19
30	0,030	149,29	147,29	148,29
35	0,035	186,04	184,04	185,04
40	0,040	228,45	226,45	227,45

Curva da Bomba

Q (m³/h)	Q (m³/s)					Alt. Man. (m)
	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas	4 Bombas	5 Bombas	
0	0,000	-	-	-	-	122,00
20	0,006	-	-	-	-	121,00
40	0,011	-	-	-	-	120,50
60	0,017	-	-	-	-	119,30
80	0,022	-	-	-	-	117,00
88,38	0,025	-	-	-	-	115,90
100	0,028	-	-	-	-	113,70
120	0,033	-	-	-	-	108,00
140	0,039	-	-	-	-	100,00

Figura 7.2 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-1



7.3 CURVA DO SISTEMA DA EB-2/1 - RECALQUE PARA SÃO JOÃO DO TIGRE

Cálculo da Curva do Sistema da EB-2/1

Vazão do Sistema	4,06l/s
Número de Bombas	1
Vazão por Bomba	4,06 l/s
Reserva	1
Total de Bombas	2

Perdas de Carga Acidentais em Peças Especiais

Peça	Sucção DN = 200			Recalque DN = 150		
	K	Quant.	K total	K	Quant.	K total
Curva de 90°	0,4	1	0,4	0,4	3	1,2
Curva de raio curto (cotovelo)	0,9		0	0,9		0
Curva de 45°	0,2		0	0,2		0
Cotovelo de 45°	0,4		0	0,4		0
Curva de 22°30'	0,1		0	0,1		0
Crivo	0,75		0	0,75		0
Ampliação	0,3		0	0,3	1	0,3
Redução gradual	0,15	1	0,15	0,15	2	0,3
Registro de gaveta aberto	0,2	1	0,2	0,2	1	0,2
Válvula controladora de Bomba	4,5		0	4,5	1	4,5
Registro de ângulo aberto	5		0	5		0
Junção de 45°	0,4		0	0,4		0
Tê, passagem estreita	0,6		0	0,6		0
Tê, saída lateral	1,3		0	1,3	1	1,3
Tê, saída bilateral	1,8		0	1,8		0
Válvula de retenção	2,5		0	2,5	1	2,5
Válvula de pé	1,75		0	1,75		0
Total			0,75			10,3
Perdas Localizadas (m)			0,010			0,342
Perdas Localizadas Totais(m)						0,353

Cálculo da Perda de Carga Distribuída na Tubulação de Recalque

Q (l/s)	L (m)	DN	V (m/s)	K	Perda Unit (m/m)	Perda Total (m)
4,06	131	80	0,81	0,08	0,009659	1,27

Cálculo da Altura Manométrica

Sucção		Recalque		Altura Geométrica		Perdas de Carga (m)	Alturas	
NA min (m)	NA máx (m)	NA min (m)	NA máx (m)	Mín.	Máx.		Máx. (m)	Mín. (m)
610,50	612,00	613,82	615,82	1,82	5,32	1,62	6,94	3,44

Bomba Escolhida

Marca: Worthington
 Modelo: D-814
 Rotação: 3550 rpm

Cálculo da Potência Hidráulica das Bombas

Q Total (l/s)	AMT méd. (m.c.a)	Ren. Bom. (%)	Pot. Total (cv)	No. De Bombas	Pot/Bomba (cv)
4,06	5,19	72	0,39	1	0,39

Cálculo da Potência de um Conjunto Moto Bomba

Pot. Hidr. (cv)	Rend. Motor (%)	Pot. (cv)	Pot. Com. (cv)	Pot. Total (cv)
0,39	0,8	0,49	1,00	1,00

Cálculo do NPSH Disponível

Z (m)	Pa (kgf/cm²)	Pv (20°C) (kgf/cm²)	Perda Suc. (m)	NPSH disp (m)	NPSH req (m)	NPSH res (m)
0,2	0,97	0,024	0,010	9,65	0,80	8,85

Curva do Sistema

Tubulação de recalque		
Q (l/s):	4,06	Perda = $K_1 Q^2$
Perda (m):	1,27	$K_1 = 76760,65$
Alturas geométricas		
Máxima:	5,32	
Mínima:	1,82	
Perdas Localizadas		
Sucção:	0,010	Perda = $K_S Q^2$
Recalque:	0,342	$K_S = 619,70$
		Perda = $K_R Q^2$
		$K_R = 20777,76$

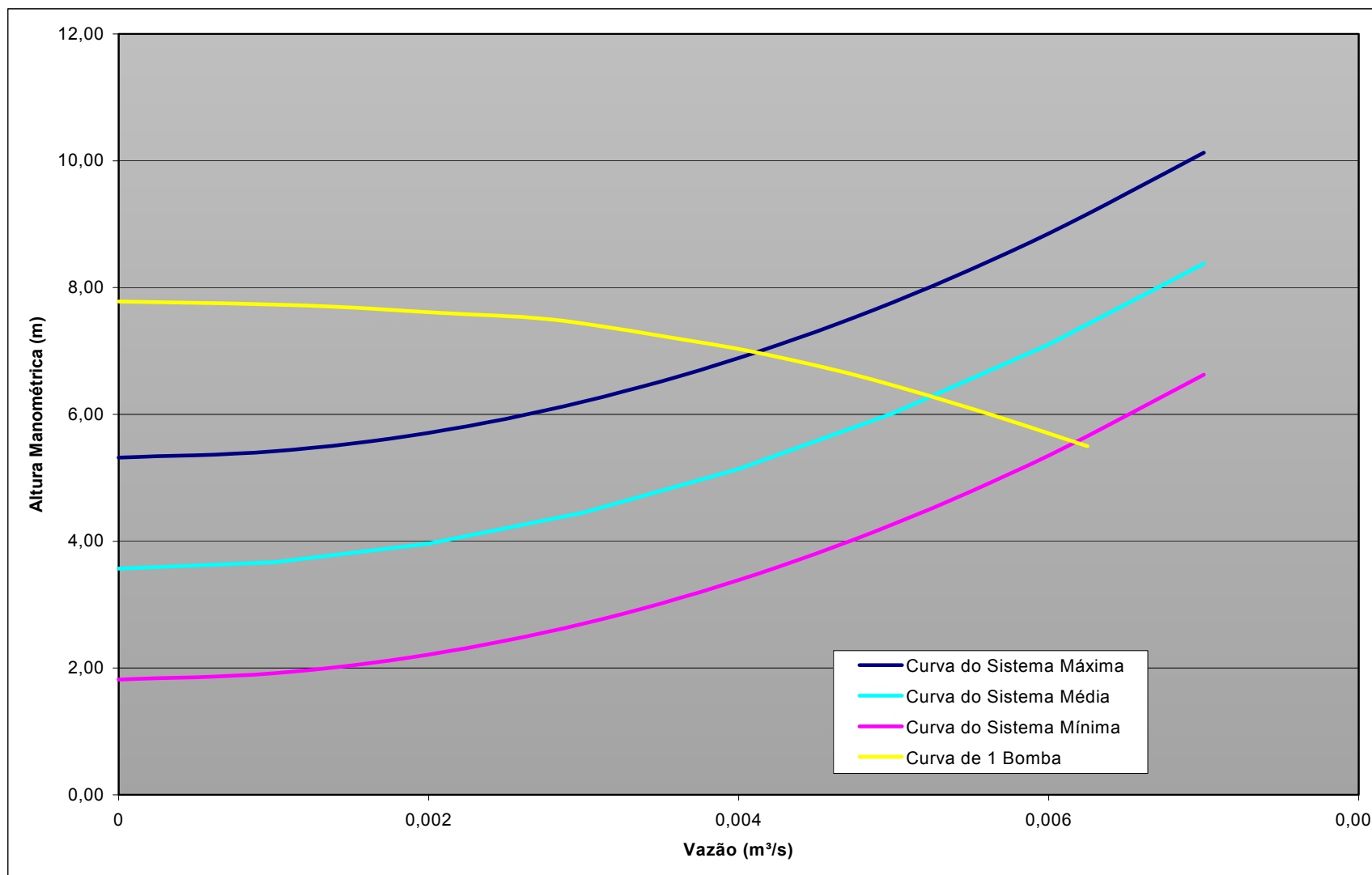
Curva do Sistema

Q (l/s)	Q (m³/s)	Alt. Manométrica (m)		
		Máx.	Mín.	Média
0	0	5,32	1,82	3,57
1	0,001	5,42	1,92	3,67
2	0,002	5,71	2,21	3,96
3	0,003	6,20	2,70	4,45
4	0,004	6,89	3,39	5,14
5	0,005	7,77	4,27	6,02
6	0,006	8,85	5,35	7,10
7	0,007	10,13	6,63	8,38

Curva da Bomba

Q (m³/h)	Q (m³/s)					Alt. Man. (m)
	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas	4 Bombas	5 Bombas	
0,0	0,000	-	-	-	-	7,78
2,5	0,001	-	-	-	-	7,75
5,0	0,001	-	-	-	-	7,70
7,5	0,002	-	-	-	-	7,60
10,0	0,003	-	-	-	-	7,50
12,5	0,003	-	-	-	-	7,25
15,0	0,004	-	-	-	-	6,95
17,5	0,005	-	-	-	-	6,55
20,0	0,006	-	-	-	-	6,05
22,5	0,006	-	-	-	-	5,50

Figura 7.3 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-2/1 para o Reservatório de São João do Tigre



7.4 CURVA DO SISTEMA DA EB-2/2 - RECALQUE PARA SÃO SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO E ZABELÊ

Cálculo da Curva do Sistema da EB-2/2

Vazão do Sistema	12,47 l/s
Número de Bombas	1
Vazão por Bomba	12,47 l/s
Reserva	1
Total de Bombas	2

Perdas de Carga Acidentais em Peças Especiais

Peça	Sucção DN = 200			Recalque DN = 150		
	K	Quant.	K total	K	Quant.	K total
Curva de 90°	0,4	1	0,4	0,4	1	0,4
Curva de raio curto (cotovelo)	0,9		0	0,9		0
Curva de 45°	0,2		0	0,2		0
Cotovelo de 45°	0,4		0	0,4		0
Curva de 22°30'	0,1		0	0,1		0
Crivo	0,75		0	0,75		0
Ampliação	0,3		0	0,3	1	0,3
Redução gradual	0,15	1	0,15	0,15		0
Registro de gaveta aberto	0,2	1	0,2	0,2	1	0,2
Válvula controladora de Bomba	3,5		0	3,5	1	3,5
Registro de ângulo aberto	5		0	5		0
Junção de 45°	0,4		0	0,4		0
Tê, passagem estreita	0,6		0	0,6		0
Tê, saída lateral	1,3		0	1,3	1	1,3
Tê, saída bilateral	1,8		0	1,8		0
Válvula de retenção	2,5		0	2,5	1	2,5
Válvula de pé	1,75		0	1,75		0
Total			0,75			8,2
Perdas Localizadas (m)			0,006			0,208
Perdas Localizadas Totais(m)						0,214

Cálculo da Perda de Carga Distribuída na Tubulação de Recalque

Q (l/s)	L (m)	DN	V (m/s)	K	Perda Unit (m/m)	Perda Total (m)
12,47	21664,08	200	0,40	0,16	0,000885	19,18
4,91	2000,62	200	0,16	0,16	0,000158	0,32
4,91	9559,2	100	0,63	0,12	0,004762	45,52

Cálculo da Altura Manométrica

Sucção		Recalque		Altura Geométrica		Perdas de Carga (m)	Alturas	
NA min (m)	NA máx (m)	NA min (m)	NA máx (m)	Mín.	Máx.		Máx. (m)	Mín. (m)
610,50	612,00	684,58	687,58	72,58	77,08	65,23	142,30	137,80

Bomba Escolhida

Marca: Worthington
Modelo: D-814
Rotação: 3550 rpm

Cálculo da Potência Hidráulica das Bombas

Q Total (l/s)	AMT méd. (m.c.a)	Ren. Bom. (%)	Pot. Total (cv)	No. De Bombas	Pot/Bomba (cv)
12,47	140,05	48	48,51	1	48,51

Cálculo da Potência de um Conjunto Moto Bomba

Pot. Hidr. (cv)	Rend. Motor (%)	Pot. (cv)	Pot. Com. (cv)	Pot. Total (cv)
48,51	0,85	57,07	70,00	70,00

Cálculo do NPSH Disponível

Z (m)	Pa (kgf/cm ²)	Pv (20°C) (kgf/cm ²)	Perda Suc. (m)	NPSH disp (m)	NPSH req (m)	NPSH res (m)
0,2	0,97	0,024	0,006	9,65	3,00	6,65

Curva do Sistema

Tubulação de recalque

Q (l/s): 12,47

Perda (m): 65,01

Alturas geométricas

Máxima: 77,08

Mínima: 72,58

Perdas Localizadas

Sucção: 6,000

Recalque: 0,208

$$\text{Perda} = K_1 Q^2$$

$$K_1 = 418080,3$$

$$\text{Perda} = K_S Q^2$$

$$K_S = 38,73$$

$$\text{Perda} = K_R Q^2$$

$$K_R = 1338,35$$

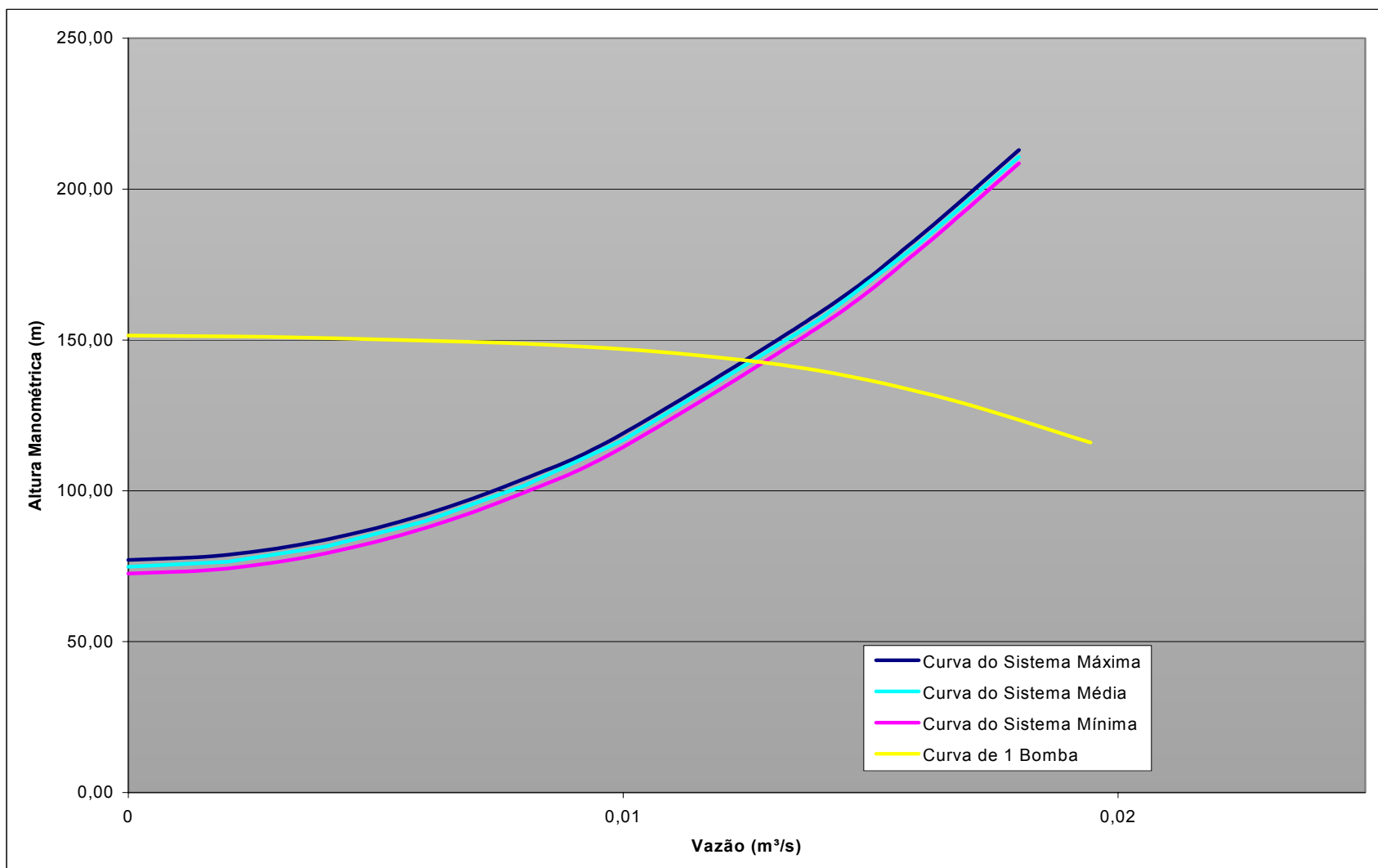
Curva do Sistema

Q (l/s)	Q (m ³ /s)	Alt. Manométrica (m)		
		Máx.	Mín.	Média
0	0	77,08	72,58	74,83
2	0,002	78,75	74,25	76,50
4	0,004	83,79	79,29	81,54
6	0,006	92,18	87,68	89,93
8	0,008	103,92	99,42	101,67
10	0,010	119,02	114,52	116,77
14	0,014	159,29	154,79	157,04
16	0,016	184,46	179,96	182,21
18	0,018	212,98	208,48	210,73

Curva da Bomba

Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)					Alt. Man. (m)
	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas	4 Bombas	5 Bombas	
0	0,000	-	-	-	-	151,50
10	0,003	-	-	-	-	151,00
20	0,006	-	-	-	-	150,00
30	0,008	-	-	-	-	148,50
40	0,011	-	-	-	-	145,50
50	0,014	-	-	-	-	140,00
60	0,017	-	-	-	-	130,00
70	0,019	-	-	-	-	116,00

Figura 7.4 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-2/2 - São Sebastião do Umbuzeiro/Zabelê



7.5 CURVA DO SISTEMA DA EB-2/3 - RECALQUE PARA CACIMBINHA

Cálculo da Curva do Sistema da EB-2/3

Vazão do Sistema	8,03 l/s
Número de Bombas	1
Vazão por Bomba	8,03 l/s
Reserva	1
Total de Bombas	2

Perdas de Carga Acidentais em Peças Especiais

Peça	Sucção DN = 200			Recalque DN = 150		
	K	Quant.	K total	K	Quant.	K total
Curva de 90°	0,4	1	0,4	0,4	1	0,4
Curva de raio curto (cotovelo)	0,9		0	0,9		0
Curva de 45°	0,2		0	0,2		0
Cotovelo de 45°	0,4		0	0,4		0
Curva de 22°30'	0,1		0	0,1		0
Crivo	0,75		0	0,75		0
Ampliação	0,3		0	0,3	1	0,3
Redução gradual	0,15	1	0,15	0,15		0
Registro de gaveta aberto	0,2	1	0,2	0,2	1	0,2
Válvula controladora de Bomba	10		0	4	1	4
Registro de ângulo aberto	5		0	5		0
Junção de 45°	0,4		0	0,4	1	0,4
Tê, passagem estreita	0,6		0	0,6		0
Tê, saída lateral	1,3		0	1,3		0
Tê, saída bilateral	1,8		0	1,8		0
Válvula de retenção	2,5		0	2,5	1	2,5
Válvula de pé	1,75		0	1,75		0
Total	0,75			7,8		
Perdas Localizadas (m)	0,008			0,416		
Perdas Localizadas Totais(m)				0,423		

Cálculo da Perda de Carga Distribuída na Tubulação de Recalque

Q (l/s)	L (m)	DN	V (m/s)	K	Perda Unit (m/m)	Perda Total (m)
12,47	21664,08	200	0,40	0,16	0,000885	19,18
4,91	2000,62	200	0,16	0,16	0,000158	0,32
4,91	9559,2	100	0,63	0,12	0,004762	45,52

Cálculo da Altura Manométrica

Sucção		Recalque		Altura Geométrica		Perdas de Carga (m)	Alturas	
NA min (m)	NA máx (m)	NA min (m)	NA máx (m)	Mín.	Máx.		Máx. (m)	Mín. (m)
610,50	612,00	678,20	681,70	66,20	71,20	44,76	115,96	110,96

Bomba Escolhida

Marca: Worthington
Modelo: D-814
Rotação: 3550 rpm

Cálculo da Potência Hidráulica das Bombas

Q Total (l/s)	AMT méd. (m.c.a)	Ren. Bom. (%)	Pot. Total (cv)	No. De Bombas	Pot/Bomba (cv)
8,03	113,46	43	28,25	1	28,25

Cálculo da Potência de um Conjunto Moto Bomba

Pot. Hidr. (cv)	Rend. Motor (%)	Pot. (cv)	Pot. Com. (cv)	Pot. Total (cv)
28,25	0,8	35,31	40,00	40,00

Cálculo do NPSH Disponível

Z (m)	Pa (kgf/cm ²)	Pv (20°C) (kgf/cm ²)	Perda Suc. (m)	NPSH disp (m)	NPSH req (m)	NPSH res (m)
0,2	0,97	0,024	0,008	9,65	3,00	6,65

Curva do Sistema

Tubulação de recalque

Q (l/s): 8,03

Perda (m): 44,34

Alturas geométricas

Máxima: 71,20

Mínima: 66,20

Perdas Localizadas

Sucção: 0,008

Recalque: 0,416

Perda = $K_1 Q^2$

$K_1 = 418080,3$

Perda = $K_S Q^2$

$K_S = 122,41$

Perda = $K_R Q^2$

$K_R = 6444,90$

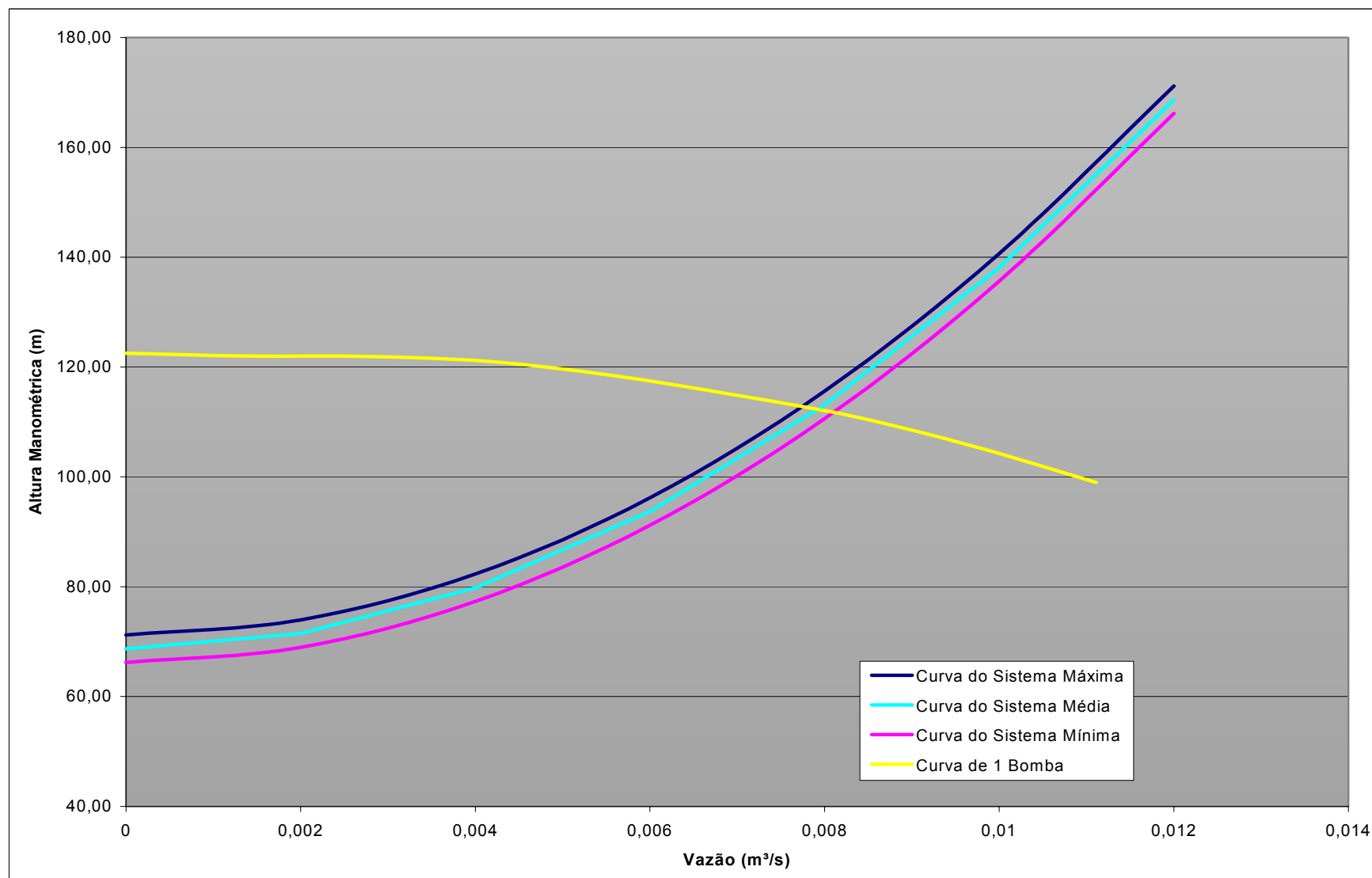
Curva do Sistema

Q (l/s)	Q (m³/s)	Alt. Manométrica (m)		
		Máx.	Mín.	Média
0	0	71,20	66,20	68,70
2	0,002	73,98	68,98	71,48
4	0,004	82,31	77,31	79,81
6	0,006	96,19	91,19	93,69
8	0,008	115,63	110,63	113,13
10	0,010	140,62	135,62	138,12
12	0,012	171,16	166,16	168,66

Curva da Bomba

Q (m³/h)	Q (m³/s)					Alt. Man. (m)
	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas	4 Bombas	5 Bombas	
0	0,000	-	-	-	-	122,50
5	0,001	-	-	-	-	122,00
10	0,003	-	-	-	-	121,90
15	0,004	-	-	-	-	121,00
20	0,006	-	-	-	-	118,50
25	0,007	-	-	-	-	115,00
30	0,008	-	-	-	-	111,00
35	0,010	-	-	-	-	105,50
40	0,011	-	-	-	-	99,00

Figura 7.5 - Curva do Sistema da Estação de Bombeamento EB-2/3 para o Reservatório de Cacimbinha



7.6 ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

Tabela 7.1 - Dimensionamento dos TAUs 1 e 2

TAU	Q (l/s)	DN Adut (m)	Área (m²)	V (m/s)	Ho (m)	a (m/s)	A	L (m)	DN (mm)	V (m/s)	K	Perda Uni (m/m)
2	34,41	0,200	0,031	1,10	40,841	850	2,32	420,00	200	1,10	0,1600	0,006
1	34,41	0,200	0,031	1,10	67,406	850	1,41	1.260,00	200	1,10	0,1600	0,006
TAU	Perda Atrito (m)	Cota Res Jus(m)	CotaTer (m)									
2	2,580	594,500	556,239									
1	7,740	594,500	534,834									
TAU	Q (l/s)	DN Adut (m)	Área (m²)	V (m/s)	Ho (m)	a (m/s)	A	Vol Mín (m³)	Vol Mín/Qdren (s)	L (m)	DN (mm)	
2	4,20	0,200	0,0314	0,13	40,84	850	2,32	0,06	14,86	420,00	200	
1	2,80	0,200	0,0314	0,09	67,41	850	1,41	0,07	25,02	840,00	200	
TAU	V (m/s)	K	Perda Unit (m/m)	Perda Atrito (m)	Cota Res Jus (m)	Cota Seção TAU (m)	Cota NA MáxMáx TAU (m)	QDren*Ts (m³)	Vol Mín/A TAU Δh (m)	Ts1 (s)	Vol/Ts (m³/s)	
2	0,1338	0,1600	0,006	2,580	593,872	596,452	596,4519	0,0006	0,0199	0,49	0,001	
1	0,0892	0,1600	0,006	5,160	571,239	576,399	576,3988	0,0000	0,0223	0,55	0,000	
TAU	A TAU (m²)	A Lig (m²)	Δh (m)	Cota NA TAU Mín(máx) (m)	Vol Dren (m³)	QDren*T (m³)	QMáxDren TAU(l/s)	V Máx Lig (m/s)	CotaTer (m)	H NA Mín (m)	H Máx Máx (m)	
2	3,14	0,02	0,000	596,432	0,062	0,0006	4,20	0,24	556,239	15,000	40,213	
1	3,14	0,02	0,000	576,376	0,070	0,0000	2,80	0,16	534,834	15,000	41,565	
TAU	Cota NA MáxMáx(m)	Cota NA Mín (m)	Cota NA Máx (m)	H Máx (m)	Q Proj (m³/s)	T (s)	Vol(Donsky) (m³)	Vol Útil (m³)	T Trans (s)	Vol Mín (m³)	Δh Mín (m)	T (s)
2	596,452	571,239	571,259	15,020	0,034	1,15	0,02	0,06	0,49	0,020	0,006	0,10
1	576,399	549,834	549,856	15,022	0,034	1,39	0,02	0,07	0,99	0,024	0,008	0,12
TAU	T Trans-T Abaix (s)	V (m/s)	Vol Útil/Vol Mín	T Abaix/T Trans (%)	V²/2g (m)	5V²/2g (m)	QDrenada (l/s)	QAdotada (l/s)	Diferença (%)	Qdren./Qproj	DN Lig (mm)	Área (m²)
2	0,40	0,24	3,00	19,84	0,003	0,014	3,94	4,20	6,09	0,122	150	0,0177
1	0,87	0,16	3,00	12,06	0,001	0,006	2,63	2,80	6,09	0,081	150	0,0177
TAU	Vol Útil (m³)	QMáxMáx (m³/s)	QMáxMéd (m³/s)	V Máx (m/s)	V²/2g (m)	5V²/2g (m)	QDrenadaMáx (l/s)					
2	0,020	0,399	0,202	11,40	6,63	33,14	0,19					
1	0,024	0,399	0,201	11,37	6,58	32,92	0,19					

7.6.1 Variação das Pressões Transientes na Seção das Bombas

7.6.1.1 Estação de Bombeamento Flutuante (EBF) - Sem Proteção

Equação da curva da bomba: $H_0 = AN_0^2 + BN_0Q_0 + CQ_0^2$

Onde,

H ₀ (m)	68,51
Q ₀ (m³/s)	0,03441
A	0,021127
B	16,96345
C	-56848
Veloc. (m/s)	1,10
Z _G (m)	58,8
N ₀ (rps)	58
Q _b (m³/s)	0,017205
n	2

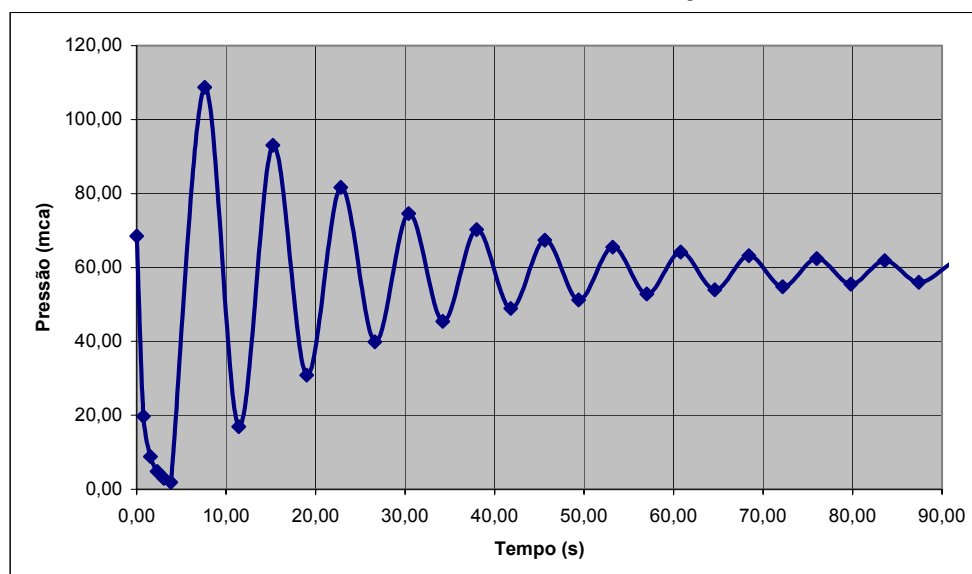
HE (m)	0,2
h(S,T-2DT)	68,51
α (s)	0,000362
Inércia (kg.m²)	0,13
a (m/s)	850
L (m)	1607,45
Δh (m)	9,71
f	0,019738
D (m)	0,2
Pot.Bomba(kg.m.s)	2142,915

Área (m²)	0,0314
Pot.Bomba (cv)	28,5
Rot.(rpm)	3480
nº polos	2
% de atrito	100
Cota eixo (m)	535,7
Pot. Conj. (cv)	30
Pot. Conj. (HP)	29,8

Variações das Pressões na Saída das Bombas Após a Paralisação do Fornecimento de Energia Elétrica (EBF) - Sistema Sem Proteção

T (s)	N (T)		Q(m³/s)	Pressão (m)	Cota Piez. (m)
	(rps)	(rpm)			
0,00	58,00	3480,00	0,03	68,51	604,21
0,76	30,15	1808,74	0,02	19,70	555,40
1,52	20,37	1221,91	0,01	8,85	544,55
2,28	15,38	922,59	0,01	4,85	540,55
3,04	12,35	741,06	0,01	2,93	538,63
3,80	10,32	619,22	0,01	1,86	537,56
7,60	5,66	339,85	0,00	108,72	644,42
11,40	3,90	234,19	0,00	16,97	552,67
15,20	2,98	178,65	0,00	93,06	628,76
19,00	2,41	144,40	0,00	30,89	566,59

Variação de Pressão x Tempo



7.6.1.2 Estação de Bombeamento Flutuante (EBF) - Com Proteção

Equação da curva da bomba: $H_0 = AN_0^2 + BN_0Q_0 + CQ_0^2$

Onde,

H ₀ (m)	68,51
Q ₀ (m³/s)	0,03441
A	0,021127
B	16,96345
C	-56848
Veloc. (m/s)	1,10
Z _G (m)	58,8
N ₀ (rps)	58
Q _b (m³/s)	0,017205
n	2

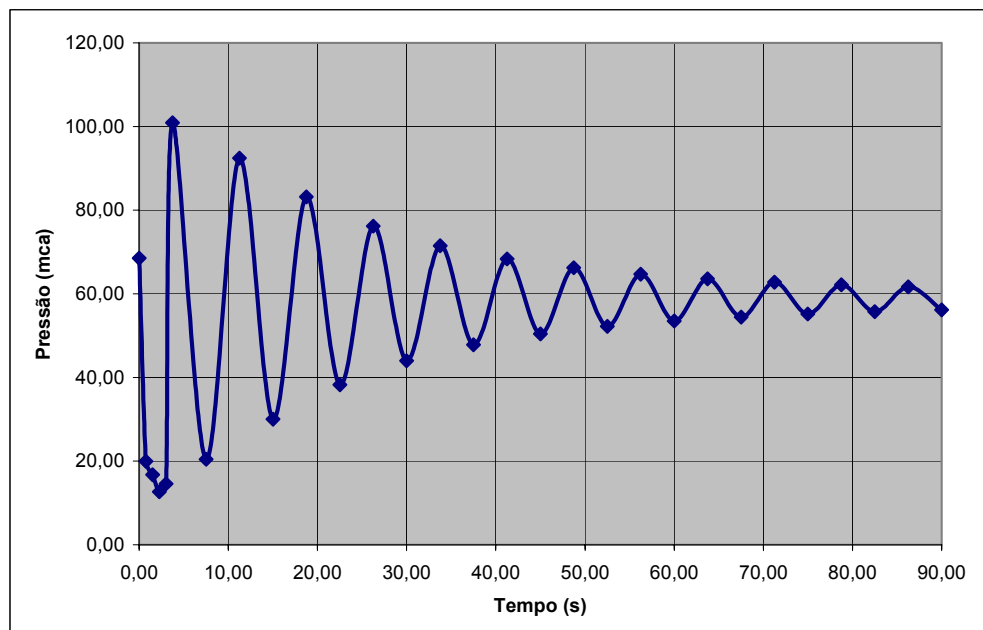
HE (m)	0,2
h(S,T-2DT)	68,51
α (s)	0,000362
Inércia (kg.m²)	0,13
a (m/s)	850
L (m)	1607,45
Δh (m)	9,71
f	0,019738
D (m)	0,2
Pot.Bomba(kg.m.s)	2142,915

Área (m²)	0,0314
Pot.Bomba (cv)	28,5
Rot.(rpm)	3480
nº polos	2
% de atrito	100
Cota eixo (m)	535,7
Pot. Conj. (cv)	30
Pot. Conj. (HP)	29,8

Variações das Pressões na Saída das Bombas Após a Paralisação do Fornecimento de Energia Elétrica (EBF) - Sistema Com Proteção

T (s)	N (T)		Q(m³/s)	Pressão (m)	Cota Piez. (m)
	(rps)	(rpm)			
0,00	58,00	3480,00	0,03	68,51	604,21
0,75	30,34	1820,24	0,02	19,95	555,65
1,50	20,54	1232,44	0,02	16,73	552,43
2,25	15,53	931,60	0,01	12,67	548,37
3,00	12,48	748,81	0,01	14,58	550,28
3,75	10,43	625,99	0,00	100,93	636,63
7,50	5,73	343,93	0,00	20,46	556,16
11,25	3,95	237,10	0,00	92,43	628,13
15,00	3,02	180,90	0,00	30,00	565,70
18,75	2,44	146,24	0,00	83,17	618,87
22,50	2,05	122,73	0,00	38,23	573,93

Variação de Pressão x Tempo



7.6.1.3 Estação de Bombeamento 1 (EB-1) - Sem Proteção

Equação da curva da bomba: $H_0 = AN_0^2 + BN_0Q_0 + CQ_0^2$

Onde,

H ₀ (m)	116,35
Q ₀ (m³/s)	0,02455
A	0,031306
B	0,085072
C	-1,2024
Veloc. (m/s)	0,78
Z _G (m)	45,2
N ₀ (rps)	59,33333
Q _b (m³/s)	0,02455
n	1

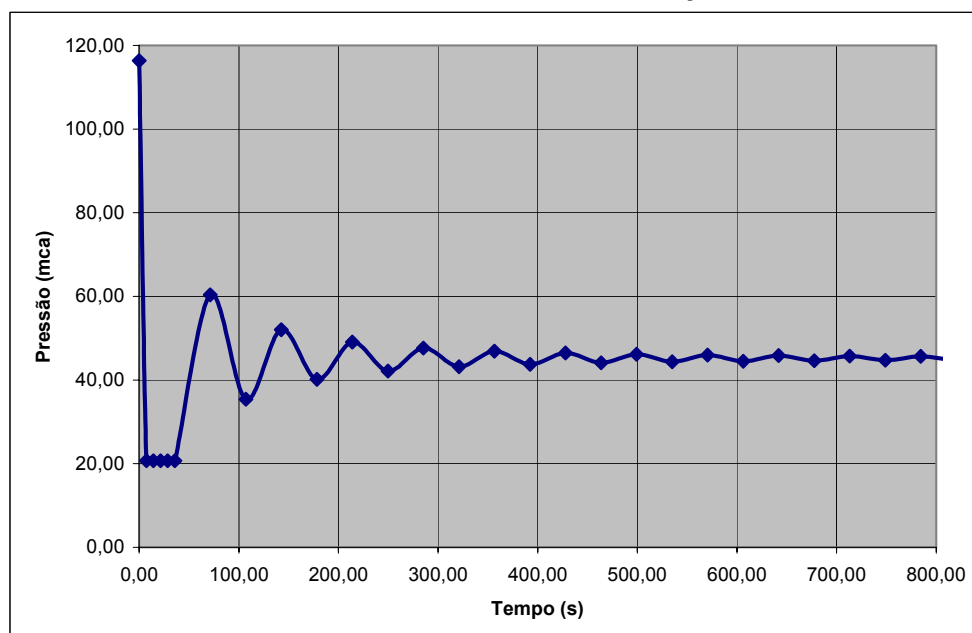
HE (m)	0,2
h(S,T-2DT)	116,35
α (s)	0,000257
Inércia (kg.m²)	0,34
a (m/s)	1200
L (m)	21395
Δh (m)	71,15
f	0,021348
D (m)	0,2
Pot.Bomba(kg.m.s)	4060,26

Área (m²)	0,0314
Pot.Bomba (cv)	54
Rot.(rpm)	3560
nº polos	2
% de atrito	100
Cota eixo (m)	579,8
Pot. Conj. (cv)	60
Pot. Conj. (HP)	59,8

Variações das Pressões na Saída das Bombas Após a Paralisação do Fornecimento de Energia Elétrica (EB-1) - Sistema Sem Proteção

T (s)	N (T)		Q(m³/s)	Pressão (m)	Cota Piez. (m)
	(rps)	(rpm)			
0,00	59,33	3560,00	0,02	116,35	696,15
7,13	8,47	508,40	0,00	20,71	600,51
14,26	4,56	273,75	0,00	20,71	600,51
21,40	3,12	187,30	0,00	20,71	600,51
28,53	2,37	142,35	0,00	20,71	600,51
35,66	1,91	114,80	0,00	20,71	600,51
71,32	0,97	58,34	0,00	60,36	640,16
106,98	0,65	39,11	0,00	35,40	615,20
142,63	0,49	29,41	0,00	52,01	631,81
178,29	0,39	23,57	0,00	40,19	619,99
213,95	0,33	19,66	0,00	49,04	628,84

Variação de Pressão x Tempo



7.6.1.4 Estação de Bombeamento 2/2 (EB-2/2) - Sem Proteção

Equação da curva da bomba: $H_0 = AN_0^2 + BN_0Q_0 + CQ_0^2$

Onde,

H ₀ (m)	150,67
Q ₀ (m³/s)	0,01247
A	0,046362
B	11,36501
C	-105686
Veloc. (m/s)	0,57
Z _G (m)	75,7
N ₀ (rps)	59,16667
Q _b (m³/s)	0,01247
n	1

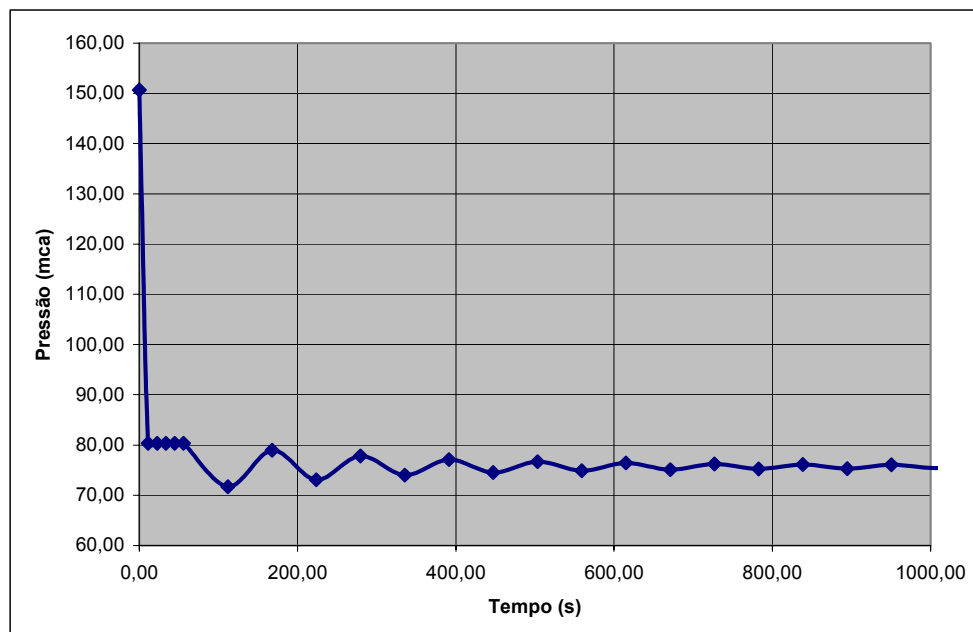
HE (m)	0,2
h(S,T-2DT)	150,67
α (s)	0,000177
Inércia (kg.m²)	0,42
a (m/s)	1200
L (m)	33544,25
Δh (m)	74,97
f	0,022069
D (m)	0,16625
Pot.Bomba(kg.m.s)	4736,97

Área (m²)	0,021697
Pot.Bomba (cv)	63
Rot.(rpm)	3550
nº polos	2
% de atrito	100
Cota eixo (m)	609,3
Pot. Conj. (cv)	70
Pot. Conj. (HP)	69,8

Variações das Pressões na Saída das Bombas Após a Paralisação do Fornecimento de Energia Elétrica (EB-2/2) - Sistema Sem Proteção

T (s)	N (T)		Q(m³/s)	Pressão (m)	Cota Piez. (m)
	(rps)	(rpm)			
0,00	59,17	3550,00	0,01	150,67	759,97
11,18	5,95	357,21	0,00	80,37	689,67
22,36	3,13	188,07	0,00	80,37	689,67
33,54	2,13	127,63	0,00	80,37	689,67
44,73	1,61	96,59	0,00	80,37	689,67
55,91	1,29	77,70	0,00	80,37	689,67
111,81	0,65	39,28	0,00	71,70	681,00
167,72	0,44	26,28	0,00	78,98	688,28
223,63	0,33	19,75	0,00	73,08	682,38
279,54	0,26	15,82	0,00	77,80	687,10
335,44	0,22	13,19	0,00	74,00	683,30
391,35	0,19	11,31	0,00	77,09	686,39

Variação de Pressão x Tempo



7.6.1.5 Estação de Bombeamento 2/3 (EB-2/3) - Sem Proteção

Equação da curva da bomba: $H_0 = AN_0^2 + BN_0Q_0 + CQ_0^2$

Onde,

H ₀ (m)	113,65
Q ₀ (m³/s)	0,00803
A	0,03479
B	15,90254
C	-258224
Veloc. (m/s)	0,45
Z _G (m)	68,7
N ₀ (rps)	59,16667
Q _b (m³/s)	0,00803
n	1

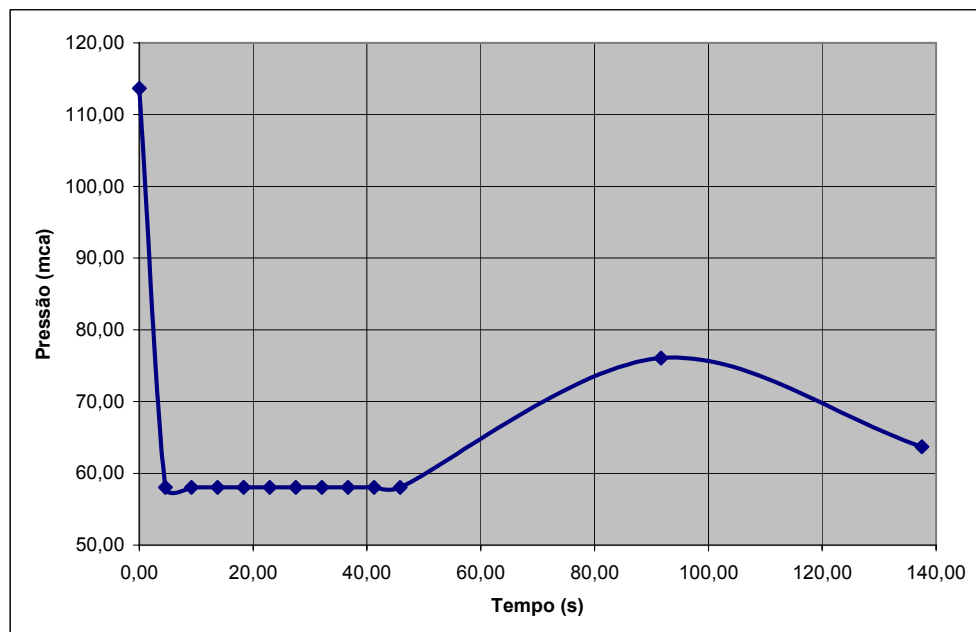
HE (m)	0,2
h(S,T-2DT)	113,65
α (s)	0,000144
Inércia (kg.m²)	0,191551
a (m/s)	1200
L (m)	27505,21
Δh (m)	44,95
f	0,023269
D (m)	0,15
Pot.Bomba(kg.m.s)	2706,84

Área (m²)	0,017663
Pot.Bomba (cv)	36
Rot.(rpm)	3550
nº polos	2
% de atrito	100
Cota eixo (m)	609,3
Pot. Conj. (cv)	40
Pot. Conj. (HP)	39,8

Variações das Pressões na Saída das Bombas Após a Paralisação do Fornecimento de Energia Elétrica (EB-2/3) - Sistema Sem Proteção

T (s)	N (T)		Q(m³/s)	Pressão (m)	Cota Piez. (m)
	(rps)	(rpm)			
0,00	59,17	3550,00	0,01	113,65	722,95
4,58	10,58	634,91	0,00	58,04	667,34
9,17	5,81	348,63	0,00	58,04	667,34
13,75	4,00	240,29	0,00	58,04	667,34
18,34	3,06	183,32	0,00	58,04	667,34
22,92	2,47	148,18	0,00	58,04	667,34
27,51	2,07	124,35	0,00	58,04	667,34
32,09	1,79	107,12	0,00	58,04	667,34
36,67	1,57	94,09	0,00	58,04	667,34
41,26	1,40	83,88	0,00	58,04	667,34
45,84	1,26	75,67	0,00	58,04	667,34
91,68	0,64	38,24	0,00	76,06	685,36
137,53	0,43	25,59	0,00	63,70	673,00

Variação de Pressão x Tempo



7.6.2 Cálculo da Celeridade da Onda Transiente/Trecho em PRFV: TAU-1 ao Stand-Pipe - 2

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 2x \frac{200}{2,25}}} = 691,2 \text{ m/s}$$

Trecho em Fº Fº Dúctil: Flutuante ao TAU-1

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 1x \frac{200}{7,4}}} = 1141 \text{ m/s}$$

$$C_{\text{Ferro}} = 7 (0,5 + 0,001 \times 200) = 4,9 \text{ mm}$$

$$C_{\text{Cimento}} = 2,5 \text{ mm}$$

$$C_{\text{Total}} = 7,4 \text{ mm}$$

$$C_{\text{Ponderado}} = \frac{279 \times 1141 + 1268 \times 691,2}{1547} = 772 \text{ m/s}$$

Valor adotado: 850 m/s (10% a mais).

7.7 CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA NO SISTEMA ADUTOR

As Tabelas 7.2 a 7.19 apresentam o dimensionamento das perdas de carga no Sistema Adutor Camalaú.

7.8 DIMENSIONAMENTO DAS VÁLVULAS AUTO-OPERADAS

A Tabela 7.20 apresenta o dimensionamento das válvulas de múltiplas funções nas linhas principais e derivações no Sistema Adutor Camalaú.

Tabela 7.2 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)

AMT: 70,06 Cota Namín: 534,248
Cota Namín: 534,248 Cota Namáx: 543,868

Trecho	Mont	Jusan	Cota Jus (m)	Q (l/s)	Q Trecho (m³/s)	DN (mm)	L (m)	L acum (m)	V (m/s)	K (m)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)	Cota Piez.(m)		P Jus (mca)	Redução (mca)	Cota Piez.(m)		P Jus Fin (mca)	Observação
															Mont	Jusan			Mont	Jusan		
Flut	1		548,21	0,0000	0,0344	196	60,20	60	1,14	0,00004	0,02	1,00	0,006	0,34	604,31	603,96	55,75		604,31	603,96	55,75	Estaca 0
1	2		549,83	0,0000	0,0344	200	279,25	339	1,10	0,00020	0,02	1,00	0,006	1,79	603,96	602,18	52,35		603,96	602,18	52,35	TAU 1
2	3		571,70	0,0000	0,0344	200	850,00	1.189	1,10	0,00016	0,02	1,00	0,006	5,23	602,18	596,95	25,25		602,18	596,95	25,25	TAU 2
3	4'		594,50	0,0000	0,0344	200	418,00	1.607	1,10	0,00012	0,02	1,00	0,006	2,45	596,95	594,50	0,00		596,95	594,50	0,00	Válvula
4'	4		594,50	0,0000	0,0344	200	0,00	1.607	1,10	0,00012	0,02	1,00	0,006	0,00	594,50	594,50	0,00		594,50	594,50	0,00	Stand Pipe 1
4	5		548,27	9,8600	0,0344	200	291,26	1.899	1,10	0,00012	0,02	1,00	0,006	1,71	594,50	592,79	44,52		594,50	592,79	44,52	Derivação Camalaú
5	6'		581,50	0,0000	0,0246	200	1858,74	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	5,71	592,79	587,08	5,58		592,79	587,08	5,58	Válvula
6'	6		581,50	24,5500	0,0246	200	0,00	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,00	587,08	587,08	5,58	5,58	581,50	581,50	0,00	EB1

Derivação para Camalaú

Trecho	Mont	Jusan	Cota Jus (m)	Q (l/s)	Q Trecho (m³/s)	DN (mm)	L (m)	L acum (m)	V (m/s)	K (m)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)	Cota Piez.(m)		P Jus (mca)	Redução (mca)	Cota Piez.(m)		P Jus Fin (mca)	Observação
															Mont	Jusan			Mont	Jusan		
5	7'		533,70	0,0000	0,0099	150	1347,00	1.347	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	3,12	592,79	589,67	55,97		592,79	589,67	55,97	Válvula
5	7		533,70	9,8600	0,0099	150	0,00	0	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	0,00	589,67	589,67	55,97	55,50	534,17	534,17	0,47	ETA Camalaú

Tabela 7.3 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)

AMT: 70,06 Cota Namín: 534,248
Cota Namáx: 543,868 Cota Namáx: 543,868

Trecho	Mont	Jusan	Cota Jus (m)	Q (l/s)	Q Trecho (m³/s)	DN (mm)	L (m)	L acum (m)	V (m/s)	K (m)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)	Cota Piez.(m)		P Jus (mca)	Redução (mca)	Cota Piez.(m)		P Jus Fin (mca)	Observação
															Mont	Jusan			Mont	Jusan		
Flut	1		548,21	0,0000	0,0344	196	60,20	60	1,14	0,00004	0,02	1,00	0,006	0,34	613,93	613,58	65,37		613,93	613,58	65,37	Estaca 0
1	2		549,83	0,0000	0,0344	200	279,25	339	1,10	0,00020	0,02	1,00	0,006	1,79	613,58	611,80	61,97		613,58	611,80	61,97	TAU 1
2	3		571,70	0,0000	0,0344	200	850,00	1.189	1,10	0,00016	0,02	1,00	0,006	5,23	611,80	606,57	34,87		611,80	606,57	34,87	TAU 2
3	4'		594,50	0,0000	0,0344	200	418,00	1.607	1,10	0,00012	0,02	1,00	0,006	2,45	606,57	604,12	9,62		606,57	604,12	9,62	Válvula
4'	4		594,50	0,0000	0,0344	200	0,00	1.607	1,10	0,00012	0,02	1,00	0,006	0,00	604,12	604,12	9,62	9,61	594,51	594,51	0,01	Stand Pipe 1
4	5		548,27	9,8600	0,0344	200	291,26	1.899	1,10	0,00012	0,02	1,00	0,006	1,71	604,12	602,41	54,14		594,51	592,80	44,53	Derivação Camalaú
5	6'		581,50	0,0000	0,0246	200	1858,74	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	5,71	602,41	596,70	15,20		592,80	587,09	5,59	Válvula
6'	6		581,50	24,5500	0,0246	200	0,00	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,00	596,70	596,70	15,20	5,58	581,51	581,51	0,01	EB1

Derivação para Camalaú

Trecho	Mont	Jusan	Cota Jus (m)	Q (l/s)	Q Trecho (m³/s)	DN (mm)	L (m)	L acum (m)	V (m/s)	K (m)	f	A (=1)	hf (m/m)	H (m)	Cota Piez.(m)		P Jus (mca)	Redução (mca)	Cota Piez.(m)		P Jus Fin (mca)	Observação
															Mont	Jusan			Mont	Jusan		
5	7'		533,70	0,0000	0,0099	150	1347,00	1.347	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	3,12	602,41	599,29	65,59		592,80	589,68	55,98	Válvula
5	7		533,70	9,8600	0,0099	150	0,00	0	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	0,00	599,29	599,29	65,59	55,50	534,18	534,18	0,48	ETA Camalaú

Tabela 7.4 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão EB-1 - Geométrica Máxima)

AMT: 73,40 Cota Namín: 534,248
Cota Namín: 534,248 Cota Namáx: 543,868

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
Flut	1	548,21	0,0000	0,0246	196	60,20	60	0,81	0,00004	0,02	1,00	0,003	0,18	607,65	607,46	59,25		607,65	607,46	59,25	Estaca 0
1	2	549,83	0,0000	0,0246	200	279,25	339	0,78	0,00020	0,02	1,00	0,003	0,93	607,46	606,54	56,71		607,46	606,54	56,71	TAU 1
2	3	571,70	0,0000	0,0246	200	850,00	1.189	0,78	0,00016	0,02	1,00	0,003	2,73	606,54	603,81	32,11		606,54	603,81	32,11	TAU 2
3	4'	594,50	0,0000	0,0246	200	418,00	1.607	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	1,28	603,81	602,52	8,02		603,81	602,52	8,02	Válvula
4'	4	594,50	0,0000	0,0246	200	0,00	1.607	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,00	602,52	602,52	8,02	8,00	594,52	594,52	0,02	Stand Pipe 1
4	5	548,27	0,0000	0,0246	200	291,26	1.899	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,90	602,52	601,63	53,36		594,52	593,63	45,36	Derivação Camalaú
5	6'	581,50	0,0000	0,0246	200	1858,74	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	5,71	601,63	595,91	14,41		593,63	587,91	6,41	Válvula
6'	6	581,50	24,5500	0,0246	200	0,00	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,00	595,91	595,91	14,41	6,00	581,91	581,91	0,41	EB1

Derivação para Camalaú

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
5	7'	533,70	0,0002	0,0000	150	1347,00	1.347	0,00	0,00012	2,41	1,00	0,000	0,00	601,63	601,63	67,93		593,63	593,63	59,93	Válvula
5	7	533,70	0,0002	0,0000	150	0,00	0	0,00	0,00012	5,72	1,00	0,000	0,00	601,63	601,63	67,93	59,50	534,13	534,13	0,43	ETA Camalaú

Tabela 7.5 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão EB-1 - Geométrica Mínima)

AMT: 73,40 Cota Namín: 534,248
Cota Namáx: 543,868 Cota Namáx: 543,868

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(=1)	(m/m)	(m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
Flut	1	548,21	0,0000	0,0246	196	60,20	60	0,81	0,00004	0,02	1,00	0,003	0,18	617,27	617,08	68,87		617,27	617,08	68,87	Estaca 0
1	2	549,83	0,0000	0,0246	200	279,25	339	0,78	0,00020	0,02	1,00	0,003	0,93	617,08	616,16	66,33		617,08	616,16	66,33	TAU 1
2	3	571,70	0,0000	0,0246	200	850,00	1.189	0,78	0,00016	0,02	1,00	0,003	2,73	616,16	613,43	41,73		616,16	613,43	41,73	TAU 2
3	4'	594,50	0,0000	0,0246	200	418,00	1.607	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	1,28	613,43	612,14	17,64		613,43	612,14	17,64	Válvula
4'	4	594,50	0,0000	0,0246	200	0,00	1.607	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,00	612,14	612,14	17,64	17,50	594,64	594,64	0,14	Stand Pipe 1
4	5	548,27	0,0000	0,0246	200	291,26	1.899	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,90	612,14	611,25	62,98		594,64	593,75	45,48	Derivação Camalaú
5	6'	581,50	0,0000	0,0246	200	1858,74	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	5,71	611,25	605,53	24,03		593,75	588,03	6,53	Válvula
6'	6	581,50	24,5500	0,0246	200	0,00	3.757	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,00	605,53	605,53	24,03	6,00	582,03	582,03	0,53	EB1

Derivação para Camalaú

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
5	7'	533,70	0,0002	0,0000	150	1347,00	1.347	0,00	0,00012	2,41	1,00	0,000	0,00	611,25	611,25	77,55		593,75	593,75	60,05	Válvula
5	7	533,70	0,0002	0,0000	150	0,00	0	0,00	0,00012	5,72	1,00	0,000	0,00	611,25	611,25	77,55	59,50	534,25	534,25	0,55	ETA Camalaú

Tabela 7.6 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Camalaú - Geométrica Máxima)

AMT: 74,31 Cota Namín: 534,248
Cota Namín: 534,248 Cota Namáx: 543,868

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
Flut	1	548,21	0,0000	0,0099	196	60,20	60	0,33	0,00004	0,02	1,00	0,001	0,03	608,56	608,52	60,31		608,56	608,52	60,31	Estaca 0
1	2	549,83	0,0000	0,0099	200	279,25	339	0,31	0,00020	0,02	1,00	0,001	0,16	608,52	608,36	58,53		608,52	608,36	58,53	TAU 1
2	3	571,70	0,0000	0,0099	200	850,00	1.189	0,31	0,00016	0,02	1,00	0,001	0,49	608,36	607,88	36,18		608,36	607,88	36,18	TAU 2
3	4'	594,50	0,0000	0,0099	200	418,00	1.607	0,31	0,00012	0,02	1,00	0,001	0,23	607,88	607,64	13,14		607,88	607,64	13,14	Válvula
4'	4	594,50	0,0000	0,0099	200	0,00	1.607	0,31	0,00012	0,02	1,00	0,001	0,00	607,64	607,64	13,14	13,00	594,64	594,64	0,14	Stand Pipe 1
4	5	548,27	9,8600	0,0099	200	291,26	1.899	0,31	0,00012	0,02	1,00	0,001	0,16	607,64	607,48	59,21		594,64	594,48	46,21	Derivação Camalaú
5	6'	581,50	0,0002	0,0000	200	1858,74	3.757	0,00	0,00012	3,39	1,00	0,000	0,00	607,48	607,48	25,98		594,48	594,48	12,98	Válvula
6'	6	581,50	0,0002	0,0000	200	0,00	3.757	0,00	0,00012	8,54	1,00	0,000	0,00	607,48	607,48	25,98	12,50	581,98	581,98	0,48	EB1

Derivação para Camalaú

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
5	7'	533,70	0,0002	0,0099	150	1347,00	1.347	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	3,12	607,48	604,36	70,66		594,48	591,36	57,66	
5	7	533,70	9,8600	0,0099	150	0,00	0	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	0,00	604,36	604,36	70,66	57,50	533,86	533,86	0,16	ETA Camalaú

Tabela 7.7 - Cálculo das Perdas de Carga – EBF - EB-1 (Trecho: Vazão Camalaú - Geométrica Mínima)

AMT: 74,31 Cota Namín: 534,248
Cota Namáx: 543,868 Cota Namáx: 543,868

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
Flut	1	548,21	0,0000	0,0099	196	60,20	60	0,33	0,00004	0,02	1,00	0,001	0,03	618,18	618,14	69,93		618,18	618,14	69,93	Estaca 0
1	2	549,83	0,0000	0,0099	200	279,25	339	0,31	0,00020	0,02	1,00	0,001	0,16	618,14	617,98	68,15		618,14	617,98	68,15	TAU 1
2	3	571,70	0,0000	0,0099	200	850,00	1.189	0,31	0,00016	0,02	1,00	0,001	0,49	617,98	617,50	45,80		617,98	617,50	45,80	TAU 2
3	4'	594,50	0,0000	0,0099	200	418,00	1.607	0,31	0,00012	0,02	1,00	0,001	0,23	617,50	617,26	22,76		617,50	617,26	22,76	Válvula
4'	4	594,50	0,0000	0,0099	200	0,00	1.607	0,31	0,00012	0,02	1,00	0,001	0,00	617,26	617,26	22,76	22,50	594,76	594,76	0,26	Stand Pipe 1
4	5	548,27	9,8600	0,0099	200	291,26	1.899	0,31	0,00012	0,02	1,00	0,001	0,16	617,26	617,10	68,83		594,76	594,60	46,33	Derivação Camalaú
5	6'	581,50	0,0002	0,0000	200	1858,74	3.757	0,00	0,00012	3,39	1,00	0,000	0,00	617,10	617,10	35,60		594,60	594,60	13,10	Válvula
6'	6	581,50	0,0002	0,0000	200	0,00	3.757	0,00	0,00012	8,54	1,00	0,000	0,00	617,10	617,10	35,60	13,00	581,60	581,60	0,10	EB1

Derivação para Camalaú

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
5	7'	533,70	0,0002	0,0099	150	1347,00	1.347	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	3,12	617,10	613,98	80,28		594,60	591,48	57,78	Válvula
5	7	533,70	9,8600	0,0099	150	0,00	0	0,56	0,00012	0,02	1,00	0,002	0,00	613,98	613,98	80,28	57,50	533,98	533,98	0,28	ETA Camalaú

Tabela 7.8 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-1 - EB-2 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)

AMT: 115,10 Cota Namín: 579,500
Cota Namín: 579,500 Cota Namáx: 581,500

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB1	1	570,00	0,0000	0,0246	200	11608,00	11.608	0,78	0,00016	0,02	1,00	0,003	37,24	694,60	657,36	87,36		694,60	657,36	87,36	Troca de Material
1	2	627,00	0,0000	0,0246	200	9808,00	21.416	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	30,20	657,36	627,16	0,16		657,36	627,16	0,16	Stand Pipe 2
2	3'	614,62	0,0000	0,0246	200	1433,26	22.849	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	4,41	627,16	622,74	8,12		627,16	622,74	8,12	Válvula
3'	3	614.62	24.5500	0.0246	200	0.00	22.849	0.78	0.00012	0.02	1.00	0.003	0.00	622.74	622.74	8.12	7.00	615.74	615.74	1.12	ETA

Tabela 7.9 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-1 - EB-2 (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)

AMT: 115,10 Cota Namín: 579,500
Cota Namáx: 581,500 Cota Namáx: 581,500

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)		
EB1	1	570,00	0,0000	0,0246	200	11608,00	11.608	0,78	0,00016	0,02	1,00	0,003	37,24	696,60	659,36	89,36		696,60	659,36	89,36	Troca de Material
1	2	627,00	0,0000	0,0246	200	9808,00	21.416	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	30,20	659,36	629,16	2,16		659,36	629,16	2,16	Stand Pipe 2
2	3'	614,62	0,0000	0,0246	200	1433,26	22.849	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	4,41	629,16	624,74	10,12		629,16	624,74	10,12	Válvula
3'	3	614,62	24,5500	0,0246	200	0,00	22.849	0,78	0,00012	0,02	1,00	0,003	0,00	624,74	624,74	10,12	9,00	615,74	615,74	1,12	ETA

Tabela 7.10 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - São João do Tigre (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)

AMT: 6,63 Cota Namín: 610,500
Cota Namín: 610,500 Cota Namáx: 612,000

Cota Máxim.		Cota Mínim.		Cota Máxim.																	Cota Mínim.	
		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação	
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(=1)	(m/m)	(m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)		
EB2	1	615.82	4.0600	0.0041	80	131.00	131	0.81	0.00008	0.02	1.00	0.010	1.27	617.13	615.86	0.04		617.13	615.86	0.04	Reservatório Apoiado	

Tabela 7.11 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - São João do Tigre (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)

AMT: 6,63 Cota Namín: 610,500
Cota Namáx: 612,000 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(=1)	(m/m)	(m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	615.82	4.0600	0.0041	80	131.00	131	0.81	0.00008	0.02	1.00	0.010	1.27	618.63	617.36	1.54		618.63	617.36	1.54	
Reservatório Apoiado																					

Tabela 7.12 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)

AMT: 142,15 Cota Namín: 610,500
Cota Namín: 610,500 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	625,00	7,5600	0,0125	200	21664,08	21.664	0,40	0,00016	0,02	1,00	0,001	19,18	752,65	733,47	108,47		752,65	733,47	108,47	Derivação S S Umbuzeiro
1	2	655,00	0,0002	0,0049	200	2000,62	23.665	0,16	0,00016	0,03	1,00	0,000	0,32	733,47	733,16	78,16		733,47	733,16	78,16	Troca de Material
2	3'	655,00	0,0002	0,0049	100	0,00	23.665	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	733,16	733,16	78,16		733,16	733,16	78,16	Válvula
3'	3"	687,58	0,0002	0,0049	100	9559,20	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	45,58	733,16	687,58	0,00		733,16	687,58	0,00	Válvula
3"	3	687,58	4,9100	0,0049	100	0,00	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	687,58	687,58	0,00		687,58	687,58	0,00	Reservatório Zabelê

Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
1	4'	639,82	0,0002	0,0076	100	113,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	1,29	733,47	732,19	92,37		733,47	732,19	92,37	Válvula
4'	4	639,82	7,5600	0,0076	100	0,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	0,00	732,19	732,19	92,37	92,00	640,19	640,19	0,37	Reserv. S S Umbuzeiro

Tabela 7.13 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)

AMT: 142,15 Cota Namín: 610,500
Cota Namáx: 612,000 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	625,00	7,5600	0,0125	200	21664,08	21.664	0,40	0,00016	0,02	1,00	0,001	19,18	754,15	734,97	109,97		754,15	734,97	109,97	Derivação S S Umbuzeiro
1	2	655,00	0,0002	0,0049	200	2000,62	23.665	0,16	0,00016	0,03	1,00	0,000	0,32	734,97	734,66	79,66		734,97	734,66	79,66	Troca de Material
2	3'	655,00	0,0002	0,0049	100	0,00	23.665	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	734,66	734,66	79,66		734,66	734,66	79,66	Válvula
3'	3"	687,58	0,0002	0,0049	100	9559,20	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	45,58	734,66	689,08	1,50		734,66	689,08	1,50	Válvula
3"	3	687,58	4,9100	0,0049	100	0,00	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	689,08	689,08	1,50		689,08	689,08	1,50	Reservatório Zabelê

Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
1	4'	639,82	0,0002	0,0076	100	113,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	1,29	734,97	733,69	93,87		734,97	733,69	93,87	Válvula
4'	4	639,82	7,5600	0,0076	100	0,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	0,00	733,69	733,69	93,87	93,50	640,19	640,19	0,37	Reserv. S S Umbuzeiro

Tabela 7.14 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Zabelê - Geométrica Máxima)

AMT: 142,15 Cota Namín: 610,500
Cota Namín: 610,500 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	625,00	0,0002	0,0049	200	21664,08	21.664	0,16	0,00016	0,03	1,00	0,000	3,42	752,65	749,23	124,23		752,65	749,23	124,23	Derivação S S Umbuzeiro
1	2	655,00	0,0002	0,0049	200	2000,62	23.665	0,16	0,00016	0,03	1,00	0,000	0,32	749,23	748,92	93,92		749,23	748,92	93,92	Troca de Material
2	3'	655,00	0,0002	0,0049	100	0,00	23.665	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	748,92	748,92	93,92	15,00	733,92	733,92	78,92	Válvula
3'	3"	687,58	0,0002	0,0049	100	9559,20	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	45,58	748,92	703,34	15,76		733,92	688,34	0,76	Válvula
3"	3	687,58	4.9100	0,0049	100	0,00	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	703,34	703,34	15,76		688,34	688,34	0,76	Reservatório Zabelê

Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
1	4'	639,82	0,0002	0,0000	100	113,00	113	0,00	0,00016	1,55	1,00	0,000	0,00	749,23	749,23	109,41		749,23	749,23	109,41	Válvula
4'	4	639,82	0,0002	0,0000	100	0,00	113	0,00	0,00016	3,39	1,00	0,000	0,00	749,23	749,23	109,41	109,00	640,23	640,23	0,41	Reserv. S S Umbuzeiro

Tabela 7.15 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Zabelê - Geométrica Mínima)

AMT: 142,15 Cota Namín: 610,500
Cota Namáx: 612,000 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	625,00	0,0002	0,0049	200	21664,08	21.664	0,16	0,00016	0,03	1,00	0,000	3,42	754,15	750,73	125,73		754,15	750,73	125,73	Derivação S S Umbuzeiro
1	2	655,00	0,0002	0,0049	200	2000,62	23.665	0,16	0,00016	0,03	1,00	0,000	0,32	750,73	750,42	95,42		750,73	750,42	95,42	Troca de Material
2	3'	655,00	0,0002	0,0049	100	0,00	23.665	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	750,42	750,42	95,42	17,00	733,42	733,42	78,42	Válvula
3'	3"	687,58	0,0002	0,0049	100	9559,20	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	45,58	750,42	704,84	17,26		733,42	687,84	0,26	Válvula
3"	3	687,58	4.9100	0,0049	100	0,00	33.224	0,63	0,00012	0,02	1,00	0,005	0,00	704,84	704,84	17,26		687,84	687,84	0,26	Reservatório Zabelê

Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
1	4'	639,82	0,0002	0,0000	100	113,00	113	0,00	0,00016	1,55	1,00	0,000	0,00	750,73	750,73	110,91		750,73	750,73	110,91	Válvula
4'	4	639,82	0,0002	0,0000	100	0,00	113	0,00	0,00016	3,39	1,00	0,000	0,00	750,73	750,73	110,91	110,00	640,73	640,73	0,91	Reserv. S S Umbuzeiro

Tabela 7.16 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Umbuzeiro - Geométrica Máxima)

AMT: 142,15 Cota Namín: 610,500
Cota Namín: 610,500 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	625,00	7,5600	0,0076	200	21664,08	21.664	0,24	0,00016	0,02	1,00	0,000	7,56	752,65	745,09	120,09		752,65	745,09	120,09	Derivação S S Umbuzeiro
1	2	655,00	0,0002	0,0000	200	2000,62	23.665	0,00	0,00016	1,96	1,36	0,000	0,00	745,09	745,09	90,09		745,09	745,09	90,09	Troca de Material
2	3'	655,00	0,0002	0,0000	100	0,00	23.665	0,00	0,00012	1,47	1,44	0,000	0,00	745,09	745,09	90,09	13,00	732,09	732,09	77,09	Válvula
3'	3"	687,58	0,0002	0,0000	100	9559,20	33.224	0,00	0,00012	1,47	1,00	0,000	0,00	745,09	745,09	57,51		732,09	732,09	44,51	Válvula
3"	3	687,58	0,0002	0,0000	100	0,00	33.224	0,00	0,00012	3,39	1,00	0,000	0,00	745,09	745,09	57,51	44,50	687,59	687,59	0,01	Reservatório Zabelê

Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)		
1	4'	639,82	0,0002	0,0076	100	113,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	1,29	745,09	743,80	103,98		745,09	743,80	103,98	Válvula
4'	4	639,82	7,5600	0,0076	100	0,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	0,00	743,80	743,80	103,98	103,50	640,30	640,30	0,48	Reserv. S S Umbuzeiro

Tabela 7.17 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Zabelê (Trecho: Vazão Umbuzeiro - Geométrica Mínima)

AMT: 142,15 Cota Namín: 610,500
Cota Namáx: 612,000 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	625,00	7,5600	0,0076	200	21664,08	21.664	0,24	0,00016	0,02	1,00	0,000	7,56	754,15	746,59	121,59		754,15	746,59	121,59	Derivação S S Umbuzeiro
1	2	655,00	0,0002	0,0000	200	2000,62	23.665	0,00	0,00016	1,96	1,36	0,000	0,00	746,59	746,59	91,59		746,59	746,59	91,59	Troca de Material
2	3'	655,00	0,0002	0,0000	100	0,00	23.665	0,00	0,00012	1,47	1,44	0,000	0,00	746,59	746,59	91,59	13,00	733,59	733,59	78,59	Válvula
3'	3"	687,58	0,0002	0,0000	100	9559,20	33.224	0,00	0,00012	1,47	1,00	0,000	0,00	746,59	746,59	59,01		733,59	733,59	46,01	Válvula
3"	3	687,58	0,0002	0,0000	100	0,00	33.224	0,00	0,00012	3,39	1,00	0,000	0,00	746,59	746,59	59,01	46,00	687,59	687,59	0,01	Reservatório Zabelê

Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)		
1	4'	639,82	0,0002	0,0076	100	113,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	1,29	746,59	745,30	105,48		746,59	745,30	105,48	Válvula
4'	4	639,82	7,5600	0,0076	100	0,00	113	0,96	0,00016	0,02	1,00	0,011	0,00	745,30	745,30	105,48	105,00	640,30	640,30	0,48	Reserv. S S Umbuzeiro

Tabela 7.18 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Cacimbinha (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Máxima)

AMT: 115,60 Cota Namín: 610,500
Cota Namín: 610,500 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	605,00	0,0000	0,0080	150	14081,46	14.081	0,45	0,00016	0,02	1,00	0,002	23,03	726,10	703,07	98,07		726,10	703,07	98,07	Troca de Material
1	2	681,70	8,0300	0,0080	150	13528,41	27.610	0,45	0,00012	0,02	1,00	0,002	21,35	703,07	681,72	0,02		703,07	681,72	0,02	Reser. Cacimbinha

Tabela 7.19 - Cálculo das Perdas de Carga – EB-2 - Cacimbinha (Trecho: Vazão Máxima - Geométrica Mínima)

AMT: 115,06 Cota Namín: 610,500
Cota Namáx: 612,000 Cota Namáx: 612,000

Trecho		Cota Jus	Q	Q Trecho	DN	L	L acum	V	K	f	A	hf	H	Cota Piez.(m)		P Jus	Redução	Cota Piez.(m)		P Jus Fin	Observação
Mont	Jusan	(m)	(l/s)	(m³/s)	(mm)	(m)	(m)	(m/s)	(m)		(=1)	(m/m)	(m)	Mont	Jusan	(mca)	(mca)	Mont	Jusan	(mca)	
EB2	1	605,00	0,0000	0,0080	150	14081,46	14.081	0,45	0,00016	0,02	1,00	0,002	23,03	727,06	704,03	99,03		727,06	704,03	99,03	Troca de Material
1	2	681,70	8,0300	0,0080	150	13528,41	27.610	0,45	0,00012	0,02	1,00	0,002	21,35	704,03	682,68	0,98		704,03	682,68	0,98	Reser. Cacimbinha

Tabela 7.20 - Dimensionamento das Válvulas de Múltiplas Funções nas Linhas Principais e Derivações

Localização	Estaca	DN Aduadora	Vazão Máx		Vel. (m/s)	P Ent Máx (mca)	P Ent Mín (mca)	P Saída (mca)	P Ent Máx (k/cm²)	P Ent Mín (k/cm²)	P Saída (k/cm²)
			(l/s)	(m³/h)							
Montante do Stand-Pipe 1	63	200	34,41	123,88	1,10	40,46	17,70	17,70	4,05	1,77	1,77
ETA de Camalaú (Válvula 1)	67+7,00	150	9,86	35,50	0,56	60,81	56,46	35,00	6,08	5,65	3,50
ETA de Camalaú (Válvula 2)	67+7,00	150	9,86	35,50	0,56	35,00	35,00	1,50	3,50	3,50	0,15
Montante EB1	169+7,00	200	24,55	88,38	0,78	37,60	7,58	2,00	3,76	0,76	0,20
ETA de São João do Tigre	1311+13	200	24,55	88,38	0,78	14,13	12,04	3,92	1,41	1,20	0,39
Reser. S. S. Umbuzeiro (Válvula 1)	1093+5	100	7,56	27,22	0,96	119,06	92,37	50,00	11,91	9,24	5,00
Reser. S. S. Umbuzeiro (Válvula 2)	1093+5	100	7,56	27,22	0,96	50,00	50,00	15,00	5,00	5,00	1,50
Após derivação para S.S.Umbuzeiro	106	200	4,91	17,68	0,16	115,42	78,42	78,42	11,54	7,84	7,84
Reser. Zabelê	583+19,2	100	4,91	17,68	0,63	61,00	15,00	15,00	6,10	1,50	1,50

Localização	Red. Máx (k/cm²)	Red. Mín (k/cm²)	DN Válvula	Vel Válv (m/s)	PN	Verificação - Cavitação		Válvula		Funções	
						P Saída Limite	Operação	k	hf (m)	Contr.	Redut.
Montante do Stand-Pipe 1	2,28	0,00	150	1,95	10	0,21	OK	3,5	0,68		X
ETA de Camalaú (Válvula 1)	2,58	2,15	75	2,23	10	0,82	OK	4,5	1,14		X
ETA de Camalaú (Válvula 2)	3,35	3,35	75	2,23	10	0,05	OK	4,5	1,14	X	X
Montante EB1	3,56	0,56	150	1,39	10	0,13	OK	3,5	0,34		X
ETA de São João do Tigre	1,02	0,81	100	3,13	10	-0,58	OK	4,0	1,99		X
Reser. S. S. Umbuzeiro (Válvula 1)	6,91	4,24	75	1,71	16	2,57	OK	4,5	0,67		X
Reser. S. S. Umbuzeiro (Válvula 2)	3,50	3,50	75	1,71	10	0,50	OK	4,5	0,67	X	X
Após derivação para S.S.Umbuzeiro	3,70	0,00	75	1,11	16	2,46	OK	4,5	0,28		X
Reser. Zabelê	4,60	0,00	75	1,11	10	0,83	OK	4,5	0,28		X

7.9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

7.9.1 Aplicação dos Produtos Químicos

O processo de tratamento de água da ETA do Sistema Adutor Camalaú será convencional com aplicação dos seguintes produtos químicos:

- Sulfato de Alumínio40 g/m³
- Cal20 g/m³
- Hipoclorito de Sódio30 g/m³

a) Dimensionamento de Depósito e Recarga de Sulfato de Alumínio

Consumo diário, supondo 10% de insolúveis

$$Cd = \frac{0,02455 \times 40 \times 86.400}{0,9} = 94.272 \text{ g/dia}$$

Como o peso específico do sulfato de Alumínio é de 950 g/m³

$$Cd = 99,23 \text{ l/dia}$$

- Carga necessária para estoque de 30 dias

$$Cn = 99,23 \text{ kg/dia} \times 30 = 2.977 \text{ kg} = 2,98 \text{ ton}$$

- Quantidade de sacos (40 kg/saco)

$$Qs = \frac{2.980}{40} \cong 75 \text{ sacos}$$

- Área de Armazenagem

$$Aa = \frac{94,3 \text{ kg/dia} \times 30 \text{ dias}}{1,5 \text{ m (alt)} \times 950 \text{ kg/m}^3} = 1,985 \text{ m}^2 \cong 2,0 \text{ m}^2$$

b) Dimensionamento das Tinas e Cocho de Preparação

- Volume necessário das tinas e vazão de preparação da solução

$$Vol = Cal/concentração$$

$$Vol = \frac{99 \times 100}{10} = 990 \text{ l/dia} = 41,25 \text{ l/h}$$

Para a dosagem de sulfato de alumínio será utilizado um kit de solução (duas unidades (1+1R) Dose kits da HEMFIBRA ou similar), com capacidade de armazenamento de 500 l, interligados com registro de separação.

O Dose KIT-KPDS 500, tem capacidade de dosagem máxima de 100 l/h, é dotado de agitador, de 0,50 cv, bomba dosadora de 0,50 cv.

O Dose Kit consta de:

- Tanque com cocho para dissolução do produto e armazenamento da solução;
- Misturador destinado à acelerar a dissolução do produto químico, preparação e homogeneização da solução;
- Bomba Centrífuga equipada com rotâmetro e válvulas para dosagem da solução.

c) Dimensionamento do depósito e recarga de Cal:

Consumo diário, supondo 10% de insolúveis

$$Cd = \frac{0,02455 \times 20 \times 86.400}{0,9} = 47.136 \text{ g/dia} = 49,62 \text{ l/dia}$$

Área de armazenamento para 01 mês de Cal hidratada em pó, em sacos de 20 kg.

$$Aa = \frac{47,14 \text{ kg/dia} \times 30 \text{ dias}}{1,5 \text{ (altura)} \times 950 \text{ kg/m}^3} = 1 \text{ m}^2$$

Carga necessária para estoque de 30 dias

$$Cn = 47,14 \text{ kg/dia} \times 30 \text{ dias} = 1414,20 \text{ kg}$$

Nº de sacos de 20 kg: 70 sacos

d) Dimensionamento das Tinas de Preparação e Aplicação

- Volume diário (vazão)

$$V = Cd/10\% = \frac{49,62 \times 100}{10} = 496,2 \text{ l/dia}$$

$$V = 496,2 \text{ l/dia} = 20,67 \text{ l/h}$$

Será utilizado o Dose Kit – KPDS 250, duas unidades (1 + 1R), que tem capacidade máxima de dosagem de 50 l/h.

e) Dimensionamento do Depósito e Recarga de Hipoclorito de Sódio

- Consumo diário, supondo 10% de insolúveis

$$Cal = \frac{0,02455 \times 30 \times 86.400}{0,90} = 70,704 \text{ g/dia}$$

$$Cd = 74,42 \text{ l/dia}$$

- Carga necessária para estoque de 30 dias

$$Cn = 70,70 \text{ Kg/dia} \times 30 = 2.121 \text{ kg} = 2,12 \text{ ton}$$

- Quantidade de Sacos (20 kg/saco)

$$Qs = \frac{2.121}{20} = 106 \text{ sacos}$$

- Área de Armazenagem

$$Aa = \frac{70,70 \times 30}{1,50 \times 950} = 1,488 \text{ m}^2 \quad 1,50 \text{ m}^2$$

f) Dimensionamento das Tinas e Cochos de Preparação

- Volume necessário das Tinas e Vazão de Preparação da Solução

$$Vol = Cd / \text{concentração}$$

$$Vol = \frac{74,42 \times 100}{10} = 744,20 \text{ l/dia} = 31 \text{ l/h}$$

Será utilizado o Dose Kit-KPDS 500, duas unidades (1 + 1R), que tem capacidade máxima de dosagem de 100 l/h.

7.9.2 Câmara de Mistura Rápida

- TipoHidráulico
- Gradientes..... 700 a 1.100 s
- Tempo de Mistura < 5 segundos
- FormatoTubular

- Classe de Pressão PN-4
- Conexões Flanges (entrada e saída)
- Pontos de Aplicação..... 03 unidades
- Elemento Interno Grade de Mistura
- Material de Fabricação PRFV

Considerando-se que a hidrólise, polimerização e reações dos coagulantes na água se dão em frações de segundos, é necessário que a aplicação dos mesmos se faça em pontos de G relativamente elevado e que a mistura ocorra em um intervalo de tempo bastante reduzido.

É comum utilizar-se um tempo de detenção menor que 30s (Hudson recomenda 5 s como máximo) e gradientes de velocidade convenientes variando entre 600 s^{-1} a 7000 s^{-1} (valores mais freqüentes 600 s^{-1} a 2000 s^{-1}).

Mistura rápida executada por agitação hidráulica:

$$G = 32,2 \times \sqrt{\frac{H_f}{t}}$$

t – Tempo de detenção (minutos)

Hf – Perda de carga total (cm)

G – Gradiente de velocidade (s^{-1})

Volume da Câmara de Mistura

$$\text{Vol} = 24,55 \times 5 \times 60 = 7.365 \text{ l} = 7,37 \text{ m}^3$$

H = 4,00 m (Altura da Câmara de Mistura Rápida)

$$\pi \frac{D^2}{4} \times 4 = 7,37 \quad D = 1,53 \text{ m} \Rightarrow 1,50 \text{ m}$$

Cálculo dos Orifícios Praticados na Tubulação Interna

Φ tubo interno = 800 mm

nº de furos: 32

Espaçamento de Chicanas: 0,40 m

Extensão das passagens: 0,40 m

nº de canais: 06

nº de chicanas: 04

$$\text{Vel. de ascensão da água} = \frac{0,02455}{\frac{\pi \times (0,80)^2}{4}} = 0,049 \text{ m/s}$$

Perda de Carga Devido à Mudança de Direção

$$h_f = \frac{6 \times (0,049)^2 + 7 \times (0,049)^2}{2g} = 0,0016 \text{ m} = 1,6 \text{ mm}$$

- Cálculo do Diâmetro dos Orifícios**

$$G = 1100 \text{ s}^{-1}$$

$$1100 = 32,2 \times \sqrt{\frac{H_f}{0,083}}$$

$$\frac{H_f}{0,083} = 1167 \quad H_f \cong 97 \text{ cm} = 0,97 \text{ m}$$

- Vazão por Orifício:**

$$Q_{\text{orif.}} = \frac{24,55}{32} = 0,77 \text{ l/s} = 0,00077 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_f \text{ orif.} = \left(\frac{1}{(0,985)^2} - 1 \right) \frac{v^2}{2g} = 0,03 \frac{v^2}{2g}$$

d (mm)	A(m²)	V(m/s)	v²/2g	hf (m)
6,24	0,00003	25,1	32,31	0,97

Adotar Dorif. = 7 mm = 0,7 cm

$$700 = 32,2 \times \sqrt{\frac{H_f}{0,083}}$$

$$H_f = 39,2 \text{ m} = 0,392 \text{ m}$$

$$\text{Dorif.} = 10 \text{ mm} - H_f = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Dorif.} = 7 \text{ mm} - H_f = 0,61 \text{ m}$$

$$\text{Dorif.} = 8 \text{ mm} - H_f = 0,358 \text{ m}$$

$$\text{Dorif.} = 7,7 \text{ mm} - H_f = 0,418 \text{ m}$$

$$\text{Dorif.} = 7,8 \text{ mm} - H_f = 0,397 \text{ m}$$

Adotar D = 7,5 mm

7.9.3 Cálculo da Potência do Misturador dos Floculadores

$$Q = 24,55 \text{ l/s}$$

$$t = 22 \text{ min}$$

$$\text{Vol útil} = \frac{(1,70)^2 \times \pi}{4} \times 3,92 \cong 9 \text{ m}^3$$

$$40 = 2.800 \times \sqrt{\frac{P}{24,55 \times 22}}$$

$$P = 0,11 \text{ cv} = 0,08 \text{ kw} \cong 0,10 \text{ kw}$$

$$P = 1000 \times \frac{9 \times 0,057}{22 \times 60} = 0,39 \text{ Kg m/s} = 0,0052 \text{ cv}$$

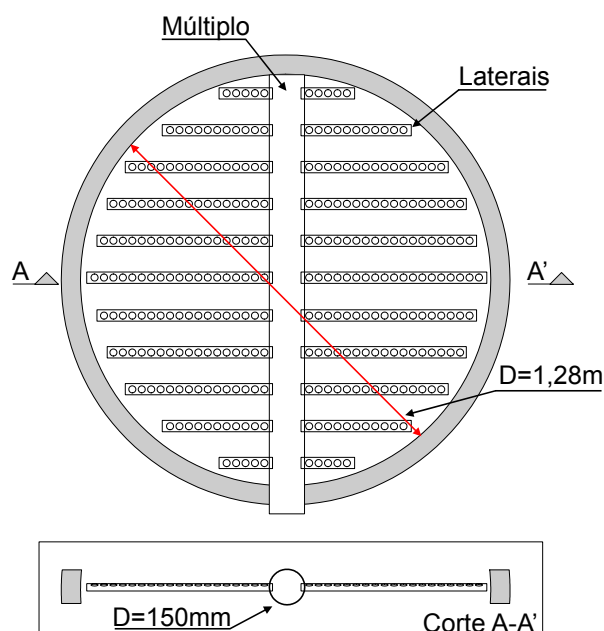
$$G = 2800 \times \sqrt{\frac{0,0052}{24,55 \times 22}} = 8,69 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Se } G = 70 \text{ s}^{-1}$$

$$70 = 2800 \sqrt{\frac{P}{24,55 \times 22}} \quad P = 0,34 \text{ cv}$$

$$25,56 \text{ Kg m/s} = 1000 \times \frac{9 \times hf}{22 \times 60} \quad hf = 3,75 \text{ m}$$

7.9.4 Dimensionamento do Múltiplo e Laterais do Fundo dos Filtros



Espaçamento entre laterais: 20 cm

Diâmetro das laterais – 50 – 2" (L=1m)

Área de cada furo – 0,32 cm² (furos de ¼ pol)

Espaçamento – 7,5 cm

Número de furos p/m – 13,3

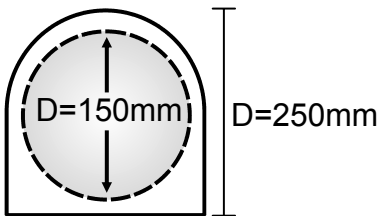
D.Filtro = 1,32 m

$$\text{Área} = \frac{\pi x (1,32)^2}{4} = 1,37 \text{ m}^2$$

Q lavagem = 14,22 l/s

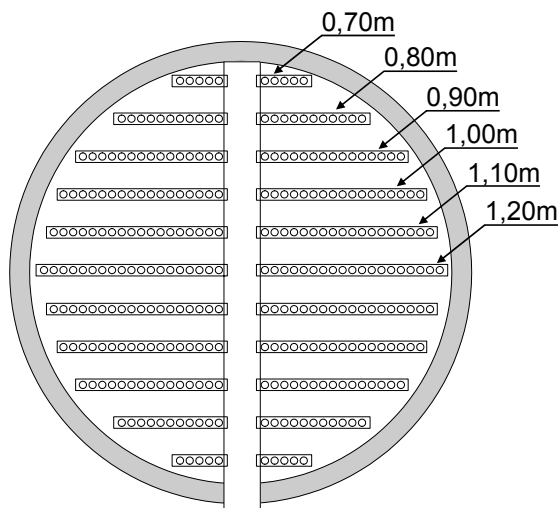
D múltiplo = 200 mm

A = 0,0314m²



$$A = \frac{\pi \times (0,25)^2}{8} + \frac{0,25}{2} \times 0,25 = 0,0558 \text{ m}^2$$

Laterais dimensões:?



nº de furos/m = 13,3

L total = 5,60: Total de furos = 13,3 x 5,6 = 74,5

$$Q_{\text{furo}} = \frac{0,01422}{74,5} = 0,000191 \text{ m}^3/\text{s} = 0,19 \text{ l/s}$$

$$Q = 19,2 \text{ l/s}$$

$$Hf_1 = k Q^2$$

$$2,6 = k \times (0,0192)^2$$

$$k = 7052,95$$

$$hf_2 = 7052,95 \times (0,01422)^2 = 1,43 \text{ m}$$

- **Perda de Carga Durante a Lavagem**

Na camada suporte: $hf_1 = 0,022\text{m}$

Na areia: hf_2 ?

Na camada de antracito: $hf_3 = 0,025 \text{ m}$

P/ veloc. ascensional = $0,015 \text{ m/s}$

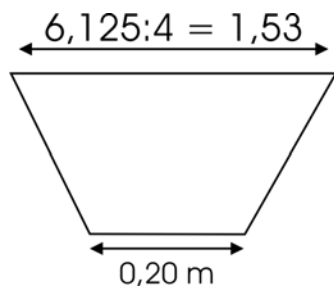
Logo $Q = 1,37 \times 0,015 = 13,70 \text{ l/s}$

$hf = 0,25\text{m}$

$Hf \text{ total} = 0,25 + 0,022 + 0,022 + 1,43 = 1,72 \text{ m} \approx 1,73 \text{ OK!}$

7.9.5 Definição do Tempo de Esvaziamento do Decantador

- **Volume dos 04 cones de fundo**



$$A_1 = 1,5 \times 1,53 = 2,30 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,20 \times 0,20 = 0,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol} = 4 \times \frac{0,04 + 2,30}{2} \times 1,006 = 4,71 \text{ m}^3$$

- **Volume da Parte Superior**

$$\text{Vol} = 2,794 \times 1,50 \times 6,125 = 25,67 \text{ m}^3$$

- **Volume Total a esvaziar:**

$$\text{Vol} = 25,67 + 4,71 \approx 30,5 \text{ m}^3$$

- **Área do Decantador:**

$$A = 1,50 \times 6,125 = 9,19 \text{ m}^2$$

- **Tempo de Esvaziamento do Decantador**

$$T_e = \frac{2 \times s \times h_1}{c d \times A_1 \sqrt{2 \times g \times h_1}}$$

h_1 = altura do NA decantador em relação à tubulação de drenagem

$$h_1 = \frac{1,006}{2} + 1,328 + 0,866 + 0,60 = 3,3 \text{ m}$$

$$T_e = \frac{2 \times 9,19 \times 3,3}{4 \times 0,61 \times A_1 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 3,3}}$$

$$T_e = \frac{60,654}{4 \times 0,61 \times A_1} = \frac{3,09}{A_1}$$

$$D = 0,10 \text{ m} \Rightarrow A_1 = 0,00785 \text{ m}^2 \dots\dots\dots T_e = 393,63 \text{ s} = 6,56 \text{ min}$$

$$D = 0,15 \text{ m} \Rightarrow A_1 = 0,0177 \text{ m}^2 \dots\dots\dots T_e = 174,58 \text{ s} = 2,91 \text{ min}$$

$$D = 0,20 \text{ m} \Rightarrow A_1 = 0,0314 \text{ m}^2 \dots\dots\dots T_e = 98,41 \text{ s} = 1,64 \text{ min}$$

$$D = 0,075 \text{ m} \Rightarrow A_1 = 0,00441 \text{ m}^2 \dots\dots\dots T_e = 699 \text{ s} \quad 12 \text{ min}$$

Adotar $D = 80 \text{ mm}$

7.9.6 Dimensionamento das Lagoas de Lodo

$$Q_L = Q \times T + 0,33 \times Q \times D$$

Q_L – Quantidade de lodo gerado (g/dia)

$$Q$$
 – Volume de água tratada = $24,55 \times 3,6 \times 24 = 2.121,22 \text{ m}^3/\text{dia}$

T – Turbidez da água bruta, aproximadamente igual ao teor de sólidos suspensos na água (unidades turbidez = sólidos suspensos em g/m^3 até $100 \text{ g}/\text{m}^3$)

Adotado $30 \text{ g}/\text{m}^3$ (valor médio).

D – Dose de coagulante = $60 \text{ g}/\text{m}^3$

$$Q_L = (2.121,22 \text{ m}^3/\text{dia} \times 30 \text{ g}/\text{m}^3) + (0,33 \times 2.121,22 \text{ m}^3/\text{dia} \times 60 \text{ g}/\text{m}^3) = 105.636,76 = 105,64 \text{ kg}/\text{dia} \text{ – matéria seca}$$

- **Volume diário de lodo (V_L) com teor de sólidos de 30%, será:**

A densidade de lodo seco = 1,5

A densidade de lodo com teor de 30% será:

$$d(30\%) = \frac{700 + 300 \times 1,5}{100} = 1,15$$

$$V_L = \frac{Q_L}{30\% \times d(30\%)} = \frac{105,64}{0,30 \times 1,15} = 306,20 \text{ l / dia} = 0,306 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

- **Capacidade de Depósito de Lodo de Cada Lagoa (C_L)**

$$C_L = \frac{V_u \times V_L}{N}, \text{ onde:}$$

V_L = Volume diário depositado nas lagoas = 0,306 m³/dia

V_u = Vida útil das lagoas = 6,75 anos = 2420 dias (adotado)

N = Número de lagoas = 2 unidades

Tem-se:

$$C_L = \frac{2420 = (6 \text{ anos e } 9 \text{ meses}) \times 0,306}{2} = 370,26 \text{ m}^3$$

- **Volume de Água de Lavagem Descarregada nas Lagoas (V_a)**

Lavagem de 01 Filtro = 1 x 5m³

Lavagem de 01 Decantador = 35m³

$$\text{Lavagem de 01 Floculador} = \frac{9\text{m}^3}{49\text{m}^3}$$

- **Capacidade Útil de Cada Lagoa**

$$C_u = 370,26 + 49 = 419,26 \text{ m}^3$$

h = Altura útil = 3,0 m (adotado)

$$\text{Área útil} = \frac{C_u}{h} = \frac{419,26}{3} = 139,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Lagoa} = \sqrt{139,75} = 11,82 \text{ m}$$

8. Suprimento Elétrico

8. SUPRIMENTO ELÉTRICO

8.1 CAPTAÇÃO FLUTUANTE

8.1.1 Memorial Descritivo

8.1.1.1 Apresentação

O presente Memorial Descritivo se refere ao Projeto Básico Elétrico destinado às obras do Sistema Adutor Camalaú compreendendo as cargas da Estação de Captação Flutuante, integrante do referido Sistema.

A) FINALIDADE

Este relatório tem como finalidade descrever o escopo do fornecimento de energia elétrica ao sistema hidráulico constituído pela Estação de Bombeamento e seus respectivos Serviços Auxiliares, objetivando sua apreciação/aprovação pelos órgãos conforme abaixo:

- ÓRGÃO: SECTMA
- OBRA: SISTEMA ADUTOR CAMALAU
- ESTAÇÃO: FLUTUANTE
- CONCESSIONÁRIA: SAELPA

B) DADOS EXECUTIVOS

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.

C) 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.

D) DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO

Na região predomina oferta de energia derivada de sistema de distribuição primária 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.

E) PREMISSAS PARA DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS

- 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, subseqüentemente, 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 250 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.

8.1.1.2 Subestação - Situação e Locação

A) 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.

B) 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: 5cv (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)

C) CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO E DA ESTAÇÃO

- Instalação com motores elétricos de: 30 cv
- Quantidade de motores instalados: 3 ud
- Quantidade de motores em reserva: 1 ud

D) CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES

Motor	Potência (cv)	Número de polos	$I_p/I_r =$	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida
bomba principal	30	3.560	8	0,910	0,880	0,35

E) POTÊNCIA DA INSTALAÇÃO - POTÊNCIA EFETIVA EM MOTORES E OUTRAS CARGAS

As cargas elétricas instaladas na Estação estão demonstradas no quadro abaixo correspondente ao apresentado na respectiva memória de cálculo.

ESTAÇÃO FLUTUANTE	CARGA 3 ϕ	QUANT (*)	POTÊNCIA		TOTAL INSTALADO
			cv	kW (**)	
Motor trifásico - bombas		3	30	27,57	55,14 kW
Iluminação Interna/Externa				2,00	2,00 kW
Tomada 1 ϕ / manutenção		1		2,19	2,19 kW
Tomada 3 ϕ / manutenção		1		10,53	10,53 kW
Total das cargas instaladas (kW)					69,87 kW
Total das cargas equivalente em kVA					71,14 kVA

F) POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO PRIMÁRIA

- Potência do Transformador em kVA: 75 kVA
- Tensão primária de alimentação da SE: 13.800 Volt
- Tensão secundária de alimentação das cargas: 380 Volt
- Reserva de Potência em Transformador: 3,86 kVA

G) CÁLCULO DA DEMANDA PARA COMERCIALIZAÇÃO COM A CONCESSIONÁRIA

- Potência nominal do motor: 27,57 kW
- Motores em operação: 2
- Potência requerida pelos motores: 55,14 kW
- Potência dos auxiliares: 14,72 kW
- Fator de demanda: 0,50 p.u.
- Potência dos auxiliares corrigida: 7,36 kW

- Potência requerida pela instalação: 69,87 kW
- Tipo de contratação:..... tarifa binômia

$$D = (a + b + c + d + e) / fp$$

onde:

$$a = 10,31 \text{ kW}$$

$$b = c = d = .0 \text{ kW}$$

$$e = 55,14 \text{ kW}$$

$$fp = 0,92$$

$$D = 71,14 \text{ kVA}$$

- Demanda a ser contratada: 71,14 kVA

8.1.1.3 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:

A) ENTRADA DE SERVIÇO

Para a 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 abaixo resume a situação para a Estação aqui considerada:

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

B) PROTEÇÃO PRIMÁRIA – LADO DE 13,8kV

- **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 mm²
- 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: 5 H (dimensionados pela Concessionária)
- Instalação: estrutura da SE

C) PROTEÇÃO SECUNDÁRIA – LADO DE 380V

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 p/sobrecarga: 125-160 A
- Capac. de interrupção: ≥ 25 kA

D) 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 mm²;
- condutor da malha de terra terá seção de 50 mm²;
- 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.

Resumo do Sistema de Aterramento

- Condutor de Escoamento, cobre nu:..... 50 mm²
- Haste de Terra de aço cobreado:(F" x m) 3/4" x 2,40
- Eletroduto de proteção (descida): 1" PVC
- Cabos da malha - cobre nu: 35 mm²
- Eletroduto de proteção (descida): 1" PVC

8.1.1.4 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).

8.1.1.5 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	P/FASE
Secund. do Transformador	95 mm ²	1
Ramal dos Motores	10 mm ²	1
	6 mm ²	1
Serviços Auxiliares	4 mm ²	1
	2,5 mm ²	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.

8.1.1.6 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 deverão ser do tipo solda exotérmica).

8.1.1.7 Proteção Contra Incêndio

Foram previstos dois extintores de incêndio de 8 kg, Classe "C", sendo: um de pó químico seco instalado próximo do CCM e outro de CO2 instalado próximo aos conjuntos de moto-bombas.

8.1.1.8 Condições Operacionais da Estação

A) PARTIDA DE MOTORES DOS CONJUNTOS DE 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: 30 cv (3.560 rpm)
- Proteção do ramal: contactor tripolar $I_n = 63$ A
- Acionamento partida: chave estática $I_n = 45$ A
- Proteção do motor: relé sobrecarga = 40-50 A
- Corre. fator potência: capacitor trifásico = 5 kVAr

B) OPERAÇÃO DOS CONJUNTOS DAS MOTO-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 é tratado em documentação específica sobre o assunto.

8.1.2 Memória de Cálculo

8.1.2.1 Dimensionamento de Condutores e Equipamentos

POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

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 (CV) menor a:	5 acionamento com partida direta
Motores de potência (CV) igual ou maior a:	15 a instalação requer subestação primária
Demanda total (kVA), igual ou maior a:	15 a instalação requer subestação primária
Instalação dotada de motores elétricos de:	30 CV
Quantidade de motores instalados:	3 ud
Quantidade de motores em reserva:	1 ud

VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de PARTIDA do motor:	10 %
Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de REGIME do motor:	7 %

CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

motor	potência: CV	rotação em rpm	Ip/Ir =	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	Tensão (V) alimentação
bomba principal	30	3.560	8	0,910	0,880	0,35	380

QUADRO DE CARGAS

Carga a ser instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em CV	Potência em kW	Demanda em kW
motor da bomba da Estação	3	1	30	27,57	55,14
iluminação interna/externa	1			2,00	2,00
tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				Total	69,87

Instalação com motores de Potência em CV ≥ 15 CV:	SIM - REQUER SUBESTAÇÃO
Instalação com demanda (D) ≥ 15 kVA):	SIM - REQUER SUBESTAÇÃO
Potência da instalação em kVA:	71,14 kVA
Potência do Transformador em kVA:	75 kVA
Tensão primária de alimentação da SE:	13.800 Volt
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Reserva de Potência em Transformador:	3,86 kVA

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Alta Tensão conforme preconizam as normas da Concessionária. Portanto o atendimento desta instalação será diretamente do sistema de distribuição primária na tensão de 13.800Volts.

1 - POTÊNCIA INSTALADA EM TRANSFORMADORES NA SUBESTAÇÃO DA: CAPTAÇÃO FLUTUANTE

Transformador	trifásico em banho de óleo
Potência	75 kVA
Tensão no primário	13,8 kV
Tensão no secundário	380 V
Impedância	4,5 %
Perdas no cobre	1200 Watts
Corrente nominal primário	3,14 A
Corrente nom. secundário	113,95 A
Quantidade de trafos	1 ud

1.1 - CÁLCULO DA DEMANDA DO SISTEMA (PARA COMERCIALIZAÇÃO COM A CONCESSIONÁRIA)

Potência nominal do motor:	27,57 kW
Motores em operação:	2
Pot. requerida motores:	55,14 kW
Potência auxiliares:	14,72 kW
Fator de demanda:	0,50 p.u.
Potência auxiliares corrigida:	7,36 kW
Potência da instalação:	69,87 kW

$$D = (a+b+c+d+e) / fp$$

$$\begin{aligned} a &= 10,31 \\ b=c=d &= 0 \\ e &= 55,14 \\ fp &= 0,92 \end{aligned}$$

$$D = 71,14 \text{ kVA}$$

1.2 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO/OPERAÇÃO

1.2.1 -CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA - DADOS DE ENTRADA

Corrente de Curto-Circuito no PDE-13,8kV	10 kA	(conf. Concessionária)
Potência de Curto-Circuito no PDE	239,02 MVA	
Resistência reduzida do sistema:	$R_{\text{sistema}} = 0,0000 \, \Omega / 380 \text{ V}$	
Reatância reduzida do sistema:	$X_{\text{sistema}} = 0,0000 \, \Omega / 380 \text{ V}$	
Impedância reduzida do sistema:	$Z_{\text{sistema}} = 0,0219 \, \Omega / 380 \text{ V}$	

Cabo de alimentação primária do transformador da E. Elevatória

Seção dos cabos do ramal de ligação da subestação

4 AWG

Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$R_{\text{ramal lig.}} = 0,8387 \text{ pu/kM}$
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$X_{\text{ramal lig.}} = 0,2731 \text{ pu/kM}$
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$R_{\text{ramal lig.}} = 0,0012 \, \Omega/\text{km} (380\text{V})$
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$X_{\text{ramal lig.}} = 0,0004 \, \Omega/\text{km} (380\text{V})$
Comprimento do ramal de alimentação do transformador	40 m
Número de cabos por fase do ramal de alimentação:	1
Maneira de instalar dos cabos	aérea

1.2.2 - DIMENSIONAMENTO SECCIONAMENTO PRIMÁRIO (DERIVAÇÃO DO PDE)

Tipo do equipamento	chave fusível monopolar
Classe de tensão de isolamento da chave:	15 kV
Corrente nominal, mínima, da chave seccionadora:	100 A
Capacidade do elo fusível:	5 H

1.2.3 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 113,95 \text{ A}$$

Comprimento do alimentador (metros):	100	Fatores de correção:	
Tipo de condutor:	cobre	K1 (temperatura do solo 35°)	0,94
Resistividade do material:	0,0179	k2 (agrup. de cabos):	1,00
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k3 (agrup. de circuitos):	1,00
Temp. máxima permitida (condutor):	90°C	k4 (agrup. de eletrodutos):	1,00
Temperatura do ambiente:	40°C	fs (fator de serviço)	1,00
Maneira de instalar:	canaleta ventilada no piso		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	2		

Determinação da seção dos condutores pelos três métodos:

1.2.3.1 Cálculo da seção do condutor função da CAPACIDADE DE CONDUÇÃO para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	113,95	0,94	121,22	269	95	0,2300	0,1000

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor:

seção escolhida:

95 mm²

condutor por fase:

1

1.2.3.2 Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito:

$$S_{\text{condutor}} = 46,37 \text{ mm}^2$$

1.2.3.3 - Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$\begin{aligned} I_{\text{cc}} &= 10,00 \text{ kA} \\ T_{\text{elim. defeito}} &= 0,5 \text{ seg} \\ \text{condutor:} &= \text{PVC} \\ T_{\text{final}} &= 250 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{inicial}} &= 90 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	70	90

$$S_{\text{condutor}} = 49,81 \text{ mm}^2$$

Pelo cálculo acima, essa deveria ser a seção mínima, em função da máxima temperatura a que deve suportar com base no valor considerado para a corrente de curto circuito (simétrica), nos terminais secundários do transformador.

Resumo, a seção do condutor a ser adotada será, em função da que conduzir à maior seção dentre as três condições acima:

1.3 - RESUMO DO DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

1.3.1 - A seção escolhida do condutor será em função da capacidade de condução:

Seção escolhida mm²:
Diâmetro externo mm:
Quantidade por fase ud:

FASE	NEUTRO	PE
95	50	50
17,00	13,98	7,98
1	1	1

1.3.2 - Dimensionamento do eletroduto dos cabos do alimentador do Transformador

$$\begin{aligned} S_{\text{total condutor}} &= 884,26 \text{ mm}^2 \\ S_{\text{eletroduto}} &\Rightarrow 2.210,65 \text{ mm}^2 \\ \Phi_{\text{eletroduto}} &\Rightarrow 65,05 \text{ mm} \end{aligned}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 65mm

AÇO GALV. (2 1/2")

1.4 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Os equipamentos de medição, tais como, medidor de energia ativa, reativa e de demanda, TC's TP's, serão de fornecimento da Concessionária.

1.5 - DIMENSIONAMENTO DO SECCIONADOR GERAL DE ENTRADA

Tipo do equipamento: seccionador tripolar com comando simultâneo
Tensão de isolamento: 500V
Corrente nominal: 160A

1.6 - DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO - PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

Tipo do disjuntor: Caixa moldada tipo L
Aplicação do disjuntor: Proteção circuito: Transformador
Fator de multiplicação de corrente: K= 1,10
Corrente do circuito (corrente de projeto): I_{projeto}= 113,95 A
Cap.de condução do condutor do ramal secundário: I_{condutor}= 269 A

Corrente nominal escolhida para o disjuntor:	$I_{\text{nominal disjuntor}} =$	160 A
Capacidade de interrupção mínima necessária:	$I_{\text{interrupção}} =$	25 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	$T_{\text{operação disjuntor}} =$	0,60 s
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:	$I_{\text{ajust. Sobrecarga}} =$	125-160 A
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:	$I_{\text{ajust. curto circuito}} =$	800-1600 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	$I_{\text{operação disjuntor}} =$	125 A
Verificação das condições:		
$I_{\text{nominal do disjuntor}} \geq I_{\text{projeto}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
$I_{\text{nominal disjuntor}} \leq I_{\text{condutor}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
$K \times I_{\text{nominal disjuntor}} \leq 1,45 \times I_{\text{condutor}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
$I_{\text{interrupção disjuntor}} \geq I_{\text{cc maximo}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
Disjuntor indicado	caixa moldada	
Corrente nominal $I_{\text{nominal}} =$	160 A	
Faixa de ajuste para curto-circuito	800-1600 In	
Faixa de ajuste para sobrecarga	125-160 In	
Capacidade de interrupção em 380V CA \geq	25 kA	

1.7 - BARRAMENTO DO QDG barra cobre: 50x10mm
barra por fase: 1

1.8 - TC DE MEDIÇÃO DE CORRENTE - LADO DE 380V

classe de extidão:	1,2 %
carga:	C12,5
relação de transformação:	200/5 A
quantidade:	3 unid.

1.9 - MULTI MEDIDOR DE GRANDÊZAS ELÉTRICAS - LADO DE 380V DO PAINEL

Multimedidor de Grandêzas Elétricas para rede trifásica desequilibrada (3F+N)

Tensão de entrada:	380 V
Corrente de entrada:	0-5 A
Frequência	60 Hz
Saídas:	pulso e serial
Saída serial:	RS485
Saída analógica:	quatro

2 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES DO RAMAL DO MOTOR

NOTA:	potência: CV	rotação em rpm	$\rho = 100\% \text{ carga}$	$\cos \phi = 100\% \text{ carga}$	$\cos \phi = \text{na partida}$	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
FLUTUANTE	30	3560	0,910	0,880	0,35	8	380

2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DA BOMBA DA: FLUTUANTE

Tipo de partida:	Partida com Chave Estática		
Corrente de partida:	8 x Inominal		
número de polos	2 polos		
rotação nominal - rpm	3560 rpm		
Valores das correntes do circuito do ramal do motor:			
$I_{\text{nominal motor}} =$	41.89 A	$I_{\text{partida motor}} =$	335.14 A

2.1.2 - CARACTERÍSTICAS CIRCUITO DO RAMAL MOTOR DA BOMBA: FLUTUANTE

Comprimento do ramal motor (metros):	10	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	100	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço):	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto aparente		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	I _{projeto} (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	41,89	0,85	49,28	66	10	2,1900	0,1300

Seção escolhida: 10 mm² cond.por fase: 1

Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito

$$S_{\text{condutor}} = 9,38 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{\text{cc max}} = 1,00 \text{ kA}$$

$$T_{\text{elim. defeito}} = 0,5 \text{ seg}$$

$$\text{condutor: PVC}$$

$$T_{\text{final}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{inicial}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S_{\text{condutor}} = 4,98 \text{ mm}^2$$

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	70	90

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

Seção escolhida:

10 mm²

Diâmetro externo condutor:

9,57 mm

Quantidade por fase:

1

2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 215,71 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 653,68 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 28,85 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 40

PVC ou

tamanho nominal= 32

AÇO GALV.

3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: FLUTUANTE

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba

10 mm²

Parâmetros do cabo ramal motor-1

$$R_{\text{ramal-1}} = 2,1900 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Parâmetros do cabo ramal motor-1

$$X_{\text{ramal-1}} = 0,1300 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Comprimento do ramal do motor-1

10 m

Número de cabos por fase do motor-1

1

Maneira de instalar do motor-1

B1

Eletroduto para os cabos do motor-1

PVC

4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

Impedância do sistema de alimentação

$$Z_{\text{red. sist}} = R_{\text{sist}} + j X_{\text{sist}}$$

Resistência do sistema (vista secundário)

$$R_{\text{sist}} = 0,0000 \text{ } \Omega/ 380\text{V}$$

Reatância sistema (vista do secundário)

$$X_{\text{sist}} = 0,0006 \text{ } \Omega/ 380\text{V}$$

Impedância sistema (vista do secundário)

$$Z_{\text{sist}} = 0,0006 \text{ } \Omega/ 380\text{V}$$

Impedância do TRAFO (vista do primário)

$$Z_{\text{trafo}} = R_{\text{trafo}} + j X_{\text{trafo}}$$

$$R_p = \frac{\text{Perdas}_{\text{cobre}}}{(10 \times \text{Pot.}_{\text{nom. trafo}})} \quad (\%)$$

$$R_p = 1,6000 \text{ } \% \quad (\text{nas bases do trafo})$$

$$R_{\text{pt}} = 40,6272 \text{ } \Omega/ 13,8\text{kV}$$

$$R_{\text{pt}}^2 = 1.650,5694$$

$$Z_{\text{pt}} = \frac{V_{\text{cc}}}{I_{\text{npt}}} \text{ } \Omega/ 13,8\text{kV}$$

$$V_{\text{cc}} = Z_p \times [V_{\text{np}} / \text{raiz}(3)] \text{ V}$$

$$V_{\text{cc}} = 9872,69 \text{ V}$$

$$Z_{\text{pt}} = 3.146,40 \text{ } \Omega/ 13,8\text{kV}$$

$$Z_{\text{pt}}^2 = 9.899.832,96$$

$$X_{\text{pt}} = \text{raiz}(Z_{\text{pt}}^2 - R_{\text{pt}}^2)$$

$$X_{\text{pt}} = 3146,1377 \text{ } \Omega/ 13,8\text{kV}$$

Impedância do circuito: PDE-trafo	$R_{\text{cabo prim}} = 0,00005 \, \Omega / 380V$
	$X_{\text{cabo prim}} = 0,00002 \, \Omega / 380V$
	$Z_{\text{cabo prim}} = 0,00005 \, \Omega / 380V$
Impedância TRAFO (vista do secundário)	$Z_{\text{pt}} = R_{\text{st}} + j X_{\text{st}}$
	$R_{\text{pt}} = 0,0308 \, \Omega / 380V$
	$X_{\text{pt}} = 0,0810 \, \Omega / 380V$
	$Z_{\text{pt}} = 0,0866 \, \Omega / 380V$
Impedância do circuito: TRAFO-QGDFC	$R_{\text{cabo sec}} = 0,0230 \, \Omega / 380V$
	$X_{\text{cabo sec}} = 0,0100 \, \Omega / 380V$
	$Z_{\text{cabo sec}} = 0,0251 \, \Omega / 380V$
Impedância TOTAL do sistema até QGDFC	$Z_{\text{total-1}} = R_{\text{total}} + j X_{\text{total}}$
	$Z_{\text{total-1}} = Z_{\text{alim. trafa}} + Z_{\text{trafo}} + Z_{\text{secud.}}$
	$R_{\text{total-1}} = 0,0539 \, \Omega / 380V$
	$X_{\text{total-1}} = 0,0916 \, \Omega / 380V$
	$Z_{\text{total-1}} = 0,1063 \, \Omega / 380V$

4.1 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1 FLUTUANTE

Impedância circuito motor	$R_{\text{ramal-1}} = 0,0219 \, \Omega / 380V$
	$X_{\text{ramal-1}} = 0,0013 \, \Omega / 380V$
	$Z_{\text{ramal-1}} = 0,0219 \, \Omega / 380V$
Impedância do motor-1 na partida	$P_{\text{motor-1}} = 27,57 \, \text{kVA}$
	$R_{\text{motor-1}} = 0,00$
	$X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$
	$X_{\text{motor-1}} = 0,65464 \, (\Omega)$
	$Z_{\text{motor-1}} = 0,6546 \, (\Omega)$
Impedância do motor-1 em regime	$R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$
	$X_{\text{motor-1 reg}} = 5,2371 \, (\Omega)$
	$Z_{\text{motor-1 reg}} = 5,2371 \, (\Omega)$
Corrente de partida do motor-1	$I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$
Corrente na PARTIDA DIRETA:	$I_{\text{partida}} = 288,34 \, \text{A}$
Limitação da CORRENTE DE PARTIDA:	Ajuste= 4 xIn Chave Estática
Novo valor da corrente de partida:	$I_{\text{part. reduzida}} = 167,57 \, \text{A}$ c/Chave Estática

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO PRIMEIRO MOTOR:

PARTIDA DIRETA	$\Delta V = Z_{\text{total}} \times I_{\text{partida}}$
Partida do motor-1	$\Delta V = 36,96 \, \text{V}$
	$\Delta V = 9,73 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A PARTIDA
Queda de tensão na partida	$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{partida}}$
c/ CHAVE ESTÁTICA	$\Delta V = 21,48 \, \text{V}$
4 xIn	$\Delta V = 5,65 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A PARTIDA
VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:	
Queda de tensão em regime	$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{regime}}$
	$\Delta V = 5,37 \, \text{V}$
	$\Delta V = 1,41 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A OPERAÇÃO

5 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

5.1 - Dispositivo de comando do ramal do motor: CONTACTOR TRIPOLAR

Potência do motor:	P= 30 CV
Corrente nominal do motor	In= 41,89 A
Corrente nominal do contactor	In= 63 A
Faixa de ajuste para sobrecarga	40-50 A

5.2 - DISPOSITIVO DE ACIONAMENTO DO MOTOR BOMBA: CHAVE ESTÁTICA

Capacidade de acionamento do motor de:	30 CV
Corrente nominal do motor:	41,89 A
Corrente de partida:	4 x In
Corrente passante na Chave de Partida (em regime):	41,89 A
Corrente nominal da Chave Estática:	45 A
Faixa de ajuste do relé de sobrecarga:	36-50 A
Fusíveis de proteção (ultra-rápidos)	125 A

5.3-CAPACITOR CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA MOTOR DA BOMBA

FLUTUANTE

motor da bomba principal	30 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:	0,88 pu
fator de potência desejado para o motor:	0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	28 kW
coeficiente para correção para 0,92:	0,114
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	3,14 kVAR
Capacitores necessários para correção do fator de potência:	5 kVAR trifásico
Tensão de alimentação da célula/banco	400 Volt

5.4 - DISPOSITIVOS ACIONAMENTO/PROTEÇÃO CAPACITORES ESTÁTICOS: FUSÍVEL

Contactador para ligação dos capacitores: I _{th} =	19 A
Fusível de proteção contra curto-circuito:	25 A
Cabo de ligação dos capacitores:	2,5 mm ²

NOTA: Caso seja adotada a correção isolada, ou seja, correção independente para cada motor, os capacitores deverão ser conectados ao circuito ANTES da Chave Estática e deverão ser energizados APÓS a entrada em operação da referida Chave Estática

6 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento dos cabos da malha de terra principal (à qual deverão ser conectados os cabos de descida dos pára-raios, neutro e tanque do transformador (quando existentes) e demais partes metálicas da instalação), obedecerá ao procedimento do cálculo dos condutores da malha de terra, em função do tipo de instalação, conforme a seguir, com base no valor da corrente de curto-circuito informada pela Concessionária para o PDE/Ponto de Ligação:

Fórmula de Onderdonk: $I_{def} = 226,53 \times S_{cobre} \{ \text{raiz}[1/t_{def} \times \ln[(T_{emp. solda} - T_{emp. amb}) / (234 + T_{emp. amb}) + 1]] \}$

I_{defeito} = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

S_{cobre} = seção do condutor de cobre da malha de terra mm²

T_{defeito} = tempo de duração do defeito em segundos

T_{emp.solda} = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)

T_{emp. ambiente} = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão: T_{emp.solda}

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Brasagem com liga Foscooper (solda heterógena)	550 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões **cavilhadas/a parafuso**, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

6.1 - Cabos de descida dos Pára-Raios de 13,8kV-10kA

I _{defeito} no ponto considerado:	I _{defeito} =	10.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	t _{duração} =	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	θa=	35 °C
cálculo:		245,53
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm ²
Seção do condutor de descida dos Pára-Raios:	S _{cond.PR} =	50 mm ²

6.2 - Cabos da malha de terra principal

I_{defeito} no ponto considerado:	$I_{\text{defeito}} =$	10.000 A
I_{defeito} no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	$I_{\text{def.}} =$	10.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
I_{defeito} nos cabos da malha:	$I_{\text{def. Malha}} =$	6.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{\text{duração}} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 graus
cálculo:		245,53
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm ²

Entretanto, face às recomendações das Normas da Concessionária, será empregado condutor de seção maior
Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de: $S_{\text{cond.malha}} =$ 50 mm²

de 380V) poderá ter seção de: $S_{\text{condutor}} =$ 40,73 mm²
Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos: $S_{\text{condutor}} =$ 35 mm²

Estas deverão ser, portanto, as seções dos condutores para aterramento de TODOS os equipamentos de baixa tensão da instalação.

7 - PARÂMETRO DOS EQUIPAMENTOS/MATERIAIS

FLUTUANTE

7.1 - TRANSFORMADOR DE ENTRADA

POTÊNCIA NOMINAL	75 kVA	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	13,8 kV	1
TENSÃO SECUNDÁRIA	380 V	

7.2 - PARA RAIOS

TIPO	Óxido de Zinco	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	12 kV	3
CORRENTE ESCOAMENTO	10 kA	

7.3 - CORTA CIRCUITO FUSÍVEL

TIPO	MONOPOLAR	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	15 kV	3
CORRENTE NOMINAL	100 A	
CAP. INTERRUPÇÃO	5 H	

7.4 - CONDUTORES

CIRCUITOS		I_{projeto} (A)	Seção adotada mm ²	Condutores por fase	Parâmetros Ω /km	
					Rca	XL
SECUNDÁRIO TRAFO		121,22	95	1	0,23	0,10
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			50	1	0,47	0,11
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	30	41,89	10	1	2,19	0,13
CAPACITOR CORREÇÃO	5	7,60	6	1	3,69	0,13
CIRCUITOS AUXILIARES		5,60	6	1	3,69	0,13
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO INTERNA			2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO EXTERNA			4	1	5,62	0,14
CABO DO ATERRAM. DESCIDA P. RAIOS		10.000	50	cobre nú	têmpera mole	
CABO DO ATERRAMENTO DA MALHA		6.000	50	cobre nú	têmpera mole	
ATERRAMENTO DEMAIS EQUIPAMENTOS		10.000	35	cobre nú	têmpera mole	

7.5 - FUSÍVEIS (TIPOS: ULTRA RÁPIDO E RETARDADO)

CIRCUITOS	MOTOR (CV)	I_{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal
CHAVE ESTATICA	30,0	125	≥ 25	500V
CAPACITOR kVar	5	25	≥ 25	500V
COMANDO (RETARDADO)		6	≥ 25	500V

7.6 - DISJUNTORES

CIRCUITOS	I _{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C x In	Disparador C/C x In
ALIMENTADOR GERAL	160	>= 25	500V	125-160	800-1600
SERVIÇOS AUXILIARES	60	>= 25	500V	50-63	600

7.7 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	I _{nominal} (A)	Tensão nominal
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	CONTACTOR TRIPOLAR	63	500V
MOTOR 30 CV	CHAVE ESTÁTICA	45	500V
CAPACITOR 5 kVAr trifásico	CONTACTOR	19	500V

7.8 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTI MEDIDOR	0-5	500V
	TC DE MEDIÇÃO	200/5	500V

8.1.2.2 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Dados do projeto:

- EDIFICAÇÃO
- Altura da Instalação em relação ao piso..... 4,25 m
- Comprimento da Plataforma..... 15,00 m
- Largura da Plataforma..... 12,00 m

Embora não tenhamos dados quali-quantitativos mais precisos quanto ao índice ceraunico da região onde será implantada a Estação de Captação Flutuante (localizada no açude de CAMALAU, no Estado da Paraíba), trabalharemos com os dados disponíveis para a região Nordeste do Brasil que situa a referida região dentro das curvas isocerânicas de 50-60 dias/trovoada/ano, o que a qualifica como região no início da faixa dos níveis ceraunicos altos. Para efeito desta análise, consideraremos o nível ceraunico com valor médio de 55.

Para determinação da densidade de queda de raios na região sob estudo, adotaremos as orientações das normas internacionais (IEC principalmente) as quais recomendam para países que não disponham de registro confiável da densidade de queda de raios, que se adote a equação: $N_g = 0,04 \times I^{1,25}$ como determinante da densidade procurada. No presente caso, teremos:

$$I = 55 \quad N_g = 5,9912 \quad \text{ou} \quad N_g = 6 \text{ raios/km}^2/\text{ano}$$

O conjunto das instalações da Estação Elevatória é constituído de uma área para as Bombas de Recalque com dimensões conforme mostrado em planta.

Os equipamentos ali instalados e que necessitam de proteção, são equipamentos hidráulicos formados por bombas e motores elétricos e seus respectivos dispositivos de acionamento e controle, onde encontram-se a presença de componentes de eletrônica de estado sólido baseado em sistemas micro-processados, portanto, susceptíveis à influência dos campos eletromagnéticos resultantes das descargas atmosféricas.

Para efeito de cálculo da probabilidade de queda de raios nessas estruturas, tomamos como padrão de edificações a serem protegidas, o conjunto de maior altura (reservatório), bem como, a área de ocupação das demais instalações no plano horizontal.

A edificação objeto deste estudo, tem as seguintes características:

- Forma geométrica: retangular
- Altura da Edificação em relação ao solo 4,25 m
- Comprimento da Edificação 15,00 m
- Largura da Edificação..... 12,00 m
- A área de captação desse conjunto será: $A_a = ab + 2(a+b) + \pi h^2$

$$a \times b = 180,00 \text{ m}^2$$

$$2(a+b) = 54,00 \text{ m}$$

$$\pi h^2 = 56,75$$

$$A_a = 290,75 \text{ m}^2$$

A probabilidade de queda de raios nessa área será determinada por:

$$P = A_a \cdot N_g \cdot 10^{-6} \text{ raios/ano}$$

Para o caso em questão teremos: **$P = 1.744 \times 10^{-6} \text{ raios/ano}$**

A NBR-5419 considera esse método como válido para o cálculo da probabilidade de queda de raios sobre determinada estrutura, e estabelece um número (P_0) a partir do qual a proteção torna-se obrigatória, sendo: $P_0 = P.A.B.C.D.E$

- $P_0 < 10^{-5}$ proteção desnecessária
- $P_0 > 10^{-3}$ proteção obrigatória

Onde teremos para os fatores de ponderação:

FATOR	QUALIFICAÇÃO		VALOR
A	Ocupação	Instalação Industrial	1
B	Material de Construção	Alvenaria	1
C	Conteúdo	Instalações Elétricas	1
D	Localização	Semi-isolada	1
E	Topografia	Planície	1

Calculando: $P_0 = P_x A_x B_x C_x D_x E$ ou

$$P_0 = 1.744,47 \times 10^{-6}$$

$$P_0 = 1,74 \times 10^{-3}$$

CONCLUSÃO: PROTEÇÃO OBRIGATÓRIA

Resultado que torna obrigatória a proteção contra descargas atmosféricas.

Com base no exposto acima, será aplicada a proteção, e o método a ser adotado neste estudo será o do modelo eletrogeométrico.

A NBR-5419 classifica as instalações acima dentro de nível de proteção "**tipo III**" e define como raio padrão para a esfera fictícia o valor de 45m, com isso, o volume de proteção para a estrutura considerada acha-se conforme desenvolvimento gráfico.

O alcance da proteção de um captor de altura útil de 9,60m (em relação ao solo) e instalado no topo de um poste implantado lateralmente à Edificação e a uma distância eqüidistante no sentido longitudinal da mesma, (retângulo de 15x12m) será:

Alcance da proteção = **$R \cdot \cos[\arcsen(R-h)/R]$**

sendo:

$$R = \dots\dots\dots 45$$

$$h = \dots\dots\dots 9,6$$

$$(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7867$$

$$\arcsen(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7080$$

$$\arcsen(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7867 \text{ radianos}$$

$$\arcsen(R-h)/R = \dots\dots\dots 51,88 \text{ graus}$$

$$\cos[\arcsen(R-h)/R] = \dots\dots\dots 0,7062$$

$$R \cdot \cos[\arcsen(R-h)/R] = \dots\dots\dots 31,78$$

Alcance da proteção = 31,78 m

Conforme mostrado na parte gráfica, serão empregados dois capttores (dois postes DT-10/150), posicionados lateralmente à edificação que abrigará a sala de bombas e a casa de comando, escritório, etc.. A necessidade de dois capttores deve-se ao alcance da proteção na área de cobertura da referida edificação conforme está demonstrado no desenho correspondente à área estabelecida pela interceptação do plano de cobertura da edificação com a área definida pelo cone esférico correspondente ao método eletro-geométrico.

O sistema será complementado pela execução de um anel de escoamento, formado por cabo de cobre nu de 50 mm², enterrado a 1,00m abaixo da superfície do solo e conectado a quatro hastes de terra de 2,40mx5/8". A esse anel deverão ser conectadas as descidas (duas por captor) dos capttores instalados no topo dos postes.

Os elementos constituintes do sistema de proteção serão: os capttores, o sistema de descida e o sistema de aterramento propriamente dito.

Como capttores utilizaremos hastes de terra de comprimento de 2,40m com diâmetro de 5/8".

Considerando que as edificações são em alvenaria, não teremos componentes naturais para serem empregados como integrantes do sistema de descida, neste caso utilizaremos a descida por meio de cabos de cobre nu fixados diretamente na face lateral do poste que suporta o captor.

Serão empregados no SPDA: Dois postes de concreto DT-150/10 para instalação do captor (constituído por uma haste de terra de 5/8"x 2,40m); cabos de cobre nu de t mpera mole de se    50 mm² como cabos de descida e para o cabo de forma    do anel de escoamento na base da Edifica   ) e como eletrodos de escoamento s    usadas quatro hastes de terra de 5/8"x 2,40m.

O desenvolvimento gr   ico mostra o volume de prote     da Edifica    a ser protegida.

O m   odo oferece portanto o grau de prote     desejado.

8.1.2.3 C   culo da Malha de Terra

TIPO DO SOLO: ARGILO-ARENOSO

ESTA     ELEVAT    IA: FLUTUANTE

SUBESTA      PRINCIPAL 13.800-380Volts 75 kVA

CÁLCULO DA MALHA DE TERRA DA SUBESTAÇÃO

OBS: Valores de: seção x diâmetro dos condutores:	seção (mm ²)	diâm. (mm)
	35	6,68

PARÂMETROS INICIAIS RELATIVOS AO SISTEMA EM ESTUDO

Corrente de defeito, I _{cc} (fase-terra), considerada:	I _{def} =	10.000 A
Tempo para eliminação do defeito (em segundos)	t _{def} =	0,5 segundos
Para o tipo de instalação (Plataforma Flutuante em Reservatório com água doce), a resistividade varia de:		50 - 100 Ω.m
Consideraremos para o cálculo a resistividade aparente de:		100 Ω.m

DIMENSIONAMENTO TÉRMICO DO CONDUTOR DA MALHA E CABOS DE LIGAÇÃO

Método de Onderdonk (válido somente para o dimensionamento térmico para cabo de cobre)

$$I_{\text{defeito}} = 226,53 \times S_{\text{cobre}} \times \sqrt{\frac{1}{t_{\text{defeito}}} \ln \left(\frac{\theta_m - \theta_a}{234 + \theta_a} + 1 \right)}$$

Fórmula de Onderdonk:

onde:

I _{def.}	= corrente de defeito, em Ampère, através do condutor
S _{cobre}	= seção do condutor de cobre da malha de terra mm ²
T _{def.}	= tempo de duração do defeito em segundos
T _{emp.sold.}	= temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)
T _{emp. amb}	= temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão: T_{emp.solda}

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Cavilhada (conexão por aperto de parafuso)	250 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

Para o presente caso temos:

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões cavilhadas/a parafuso, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

Considerando as observações acima, teremos:

I _{defeito} no ponto considerado:	I _{defeito} =	10.000 A
I _{defeito} no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	I _{def.} =	10.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
I _{defeito} nos cabos da malha:	I _{def. Malha} =	6.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	t _{duração} =	0,5
Temp. ambiente (graus Celsius)	θ _a =	35
Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada	θ _m =	250
cálculo: (Temp.sol.-Temp.amb)/(234+Temp.amb)		0,80
cálculo: log. Nepereriano		0,59
cálculo: radical		1,08
cálculo:		245,53
cálculo da seção do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm ²
cálculo da seção do condutor de cobre (cabo da malha):		24,44 mm ²

Donde se conclui que o condutor a ser usado para a malha de terra e descida dos equipamentos, quanto ao dimensionamento térmico poderá ser o de seção, igual ou maior que, a acima calculada. Entretanto por razões de ordem de resistência mecânica aos esforços sobre a malha, será inicialmente calculada a malha para o condutor de seção conforme a seguir:

Consideraremos inicialmente condutor de cobre nú:	35 mm ²
Diâmetro do condutor acima considerado (em mm):	6,68 mm
Diâmetro do condutor acima considerado (em m):	0,0067 m

CÁLCULO DA MALHA - CONDIÇÕES INICIAIS DO PROJETO

Foram considerados os seguintes determinantes para cálculo da malha e das tensões de passo e de toque

Resistividade aparente do solo em ohms.metro	100 ohms.metro
Corrente de defeito passante nos cabos da malha:	6.000 A
Geometria da malha:	circular
Raio (metros) (dimensão inicial):	5,00 m
Comprimento do círculo que forma a malha:	31,42 m
Área do círculo que forma a malha:	78,54 m ²
Profundidade da malha:	5,00 m

CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DA MALHA

Resistividade aparente do solo (ohms.metro)	100,00 ohms.metro
Área da malha (m ²)	78,54 m ²
Profundidade da malha (metros)	5,00 m
cálculos	
cálculo	0,0318
cálculo	0,0252
cálculo	3,5231
cálculo	1,2838
Rmalha (ohms)	6,42 ohms

R (equivalente) do Sistema de Aterramento **6,42 ohms**

Resistência final da malha atende às Normas	ATENDE ÀS NORMAS
--	-------------------------

RESUMO DA MALHA - ALTERNATIVA FINAL

Tempo de eliminação do defeito	0,50 segundos
Cabo de cobre nú seção em mm ²	35,00 mm ²
Geometria da malha:	circular
Comprimento total de cabo (em metros)	31,42 metros
Profundidade da malha em metros (exceto periferia)	5,00 metros
Fazer os cantos arredondados na periferia	
Usar hastes na periferia e na DESCIDA de todos os equipamentos principais, tipo PÁRA-RAIOS, LÂMINA DE TERRA, DISJUNTOR, TRANSFORMADOR, ESTRUTURAS METÁLICAS, SUPORTES DE ISOLADORES, etc..	

8.2 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 1 (EB-1)

8.2.1 Memorial Descritivo

8.2.1.1 Apresentação

O presente Memorial Descritivo se refere ao Projeto Básico Elétrico destinado às obras do Sistema Adutor Camalaú compreendendo as cargas da Estação Elevatória EB-01, integrante do referido Sistema.

A) FINALIDADE

Este relatório tem como finalidade descrever o escopo do fornecimento de energia elétrica ao sistema hidráulico constituído pela Estação de Bombeamento e seus respectivos Serviços Auxiliares, objetivando sua apreciação/aprovação pelos órgãos conforme abaixo:

- ÓRGÃO: SECTMA
- OBRA: SISTEMA ADUTOR CAMALAÚ
- ESTAÇÃO: EB-01
- CONCESSIONÁRIA: SAELPA

B) DADOS EXECUTIVOS

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.

C) 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.

D) DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO

Na região predomina oferta de energia derivada de sistema de distribuição primária 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.

E) PREMISSAS PARA DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS

- 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, subseqüentemente, 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 250 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.

8.2.1.2 Subestação - Situação e Locação

A) 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.

B) 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: 5cv (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)

C) CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO E DA ESTAÇÃO

- Instalação com motores elétricos de: 75 cv

- Quantidade de motores instalados: 2 ud
- Quantidade de motores em reserva: 1 ud

D) CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES

Motor	Potência (cv)	Número de polos	Ip/Ir =	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida
bomba principal	75	3.560	8,1	0,925	0,900	0,35

E) POTÊNCIA DA INSTALAÇÃO - POTÊNCIA EFETIVA EM MOTORES E OUTRAS CARGAS

As cargas elétricas instaladas na Estação estão demonstradas no quadro abaixo correspondente ao apresentado na respectiva memória de cálculo.

ESTAÇÃO EB-01	CARGA 3 ϕ	QUANT (*)	POTÊNCIA		TOTAL INSTALADO
			cv	kW (**)	
	Motor trifásico - bombas	2	75	66,31	66,31 kW
	Iluminação Interna/Externa			2,00	2,00 kW
	Tomada 1 ϕ / manutenção	1		2,19	2,19 kW
	Tomada 3 ϕ / manutenção	1		10,53	10,53 kW
Total das cargas instaladas (kW)					81,03 kW
Total das cargas equivalente em kVA					83,28 kVA

F) 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: 29,22 kVA

G) CÁLCULO DA DEMANDA PARA COMERCIALIZAÇÃO COM A CONCESSIONÁRIA

- Potência nominal do motor: 66,31 kW
- Motores em operação: 1
- Potência requerida pelos motores: 66,31 kW
- Potência dos auxiliares: 14,72 kW
- Fator de demanda: 0,50 p.u.
- Potência dos auxiliares corrigida: 7,36 kW
- Potência requerida pela instalação: 81,03 kW
- Tipo de contratação: tarifa binômia

$$D = (a + b + c + d + e) / fp$$

onde:

a = 10,31 kW

b = c = d = .0 kW

e = 66,31 kW

fp = 0,92

D = 83,28 kVA

- Demanda a ser contratada: 83,28 kVA

8.2.1.3 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:

A) ENTRADA DE SERVIÇO

Para a 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 abaixo resume a situação para a Estação aqui considerada:

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

B) PROTEÇÃO PRIMÁRIA – LADO DE 13,8kV

- **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 mm²
- 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

C) PROTEÇÃO SECUNDÁRIA – LADO DE 380V

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 p/sobrecarga: 160-200 A
- Capac. de interrupção: >= 25 kA

D) 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 mm²;
- condutor da malha de terra terá seção de 50 mm²;
- 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.

Resumo do Sistema de Aterramento

- Condutor de Escoamento, cobre nu: 50 mm²
- 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 und.
- Eletroduto de proteção (cond. descida): 1" PVC
- Cabos da malha de terra - cobre nu: 35 mm²

8.2.1.4 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).

8.2.1.5 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	P/FASE
Secund. do Transformador	95 mm ²	1
Ramal dos Motores	2,5 mm ²	1
	2,5 mm ²	1
Serviços Auxiliares	50 mm ²	cobre nu
	4 mm ²	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.

8.2.1.6 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 deverão ser do tipo solda exotérmica).

8.2.1.7 Proteção Contra Incêndio

Foram previstos dois extintores de incêndio de 8 kg, Classe "C", sendo: um de pó químico seco instalado próximo do CCM e outro de CO2 instalado próximo aos conjuntos de moto-bombas.

8.2.1.8 Condições Operacionais da Estação

A) PARTIDA DE MOTORES DOS CONJUNTOS DE 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: 75 cv (3.560 rpm)
- Proteção do ramal: contactor 3 Φ In = 160 A
- Acionamento partida: chave estática In = 315 A
- Proteção do motor: relé sobrecarga = 50-200 A
- Corre. fator potência: capacitor trifásico = 400 kVAr

B) OPERAÇÃO DOS CONJUNTOS DAS MOTO-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 é tratado em documentação específica sobre o assunto.

8.2.2 Memória de Cálculo

8.2.2.1 Dimensionamento de Condutores e Equipamentos

POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

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 (CV) menor a:	5 acionamento com partida direta
Motores de potência (CV) igual ou maior a:	15 a instalação requer subestação primária
Demanda total (kVA), igual ou maior a:	15 a instalação requer subestação primária
Instalação dotada de motores elétricos de:	75 CV
Quantidade de motores instalados:	2 ud
Quantidade de motores em reserva:	1 ud

VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de PARTIDA do motor:	10 %
Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de REGIME do motor:	7 %

CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

motor	potência: CV	rotação em rpm	Ip/Ir =	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	Tensão (V) alimentação
bomba principal	75	3.560	8,1	0,925	0,900	0,35	380

QUADRO DE CARGAS

Carga a ser instalada	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em CV	Potência em kW	Demanda em kW
motor da bomba da Estação	2	1	75	66,31	66,31
iluminação interna/externa	1			2,00	2,00
tomada mono p/serv. de manut.	1			2,19	2,19
tomada trif. p/serv. de manutenção	1			10,53	10,53
				Total	81,03

Instalação com motores de Potência em CV ≥ 15 CV:	SIM - REQUER SUBESTAÇÃO
Instalação com demanda ($D \geq 15$ kVA):	SIM - REQUER SUBESTAÇÃO
Potência da instalação em kVA:	83,28 kVA
Potência do Transformador em kVA:	113 kVA
Tensão primária de alimentação da SE:	13.800 Volt
Tensão secundária de alimentação das cargas:	380 Volt
Reserva de Potência em Transformador:	29,22 kVA

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Alta Tensão conforme preconizam as normas da Concessionária. Portanto o atendimento desta instalação será diretamente do sistema de distribuição primária na tensão de 13.800Volts.

1 - POTÊNCIA INSTALADA EM TRANSFORMADORES NA SUBESTAÇÃO: EB-01

Transformador	trifásico em banho de óleo
Potência	112,5 kVA
Tensão no primário	13,8 kV
Tensão no secundário	380 V
Impedância	4,5 %
Perdas no cobre	1650 Watts
Corrente nominal primário	4,71 A
Corrente nom. secundário	170,93 A
Quantidade de trafos	1 ud

1.1 - CÁLCULO DA DEMANDA DO SISTEMA (PARA COMERCIALIZAÇÃO COM A CONCESSIONÁRIA)

Potência nominal do motor:	66,31 kW
Motores em operação:	1
Pot. requerida motores:	66,31 kW
Potência auxiliares:	14,72 kW
Fator de demanda:	0,50 p.u.
Potência auxiliares corrigida:	7,36 kW
Potência da instalação:	81,03 kW

$$D = (a+b+c+d+e) / fp$$

$$\begin{aligned} a &= 10,31 \\ b=c=d &= 0 \\ e &= 66,31 \\ fp &= 0,92 \end{aligned}$$

$$D = 83,28 \text{ kVA}$$

1.2 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO/OPERAÇÃO

1.2.1 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA - DADOS DE ENTRADA

Corrente de Curto-Circuito no PDE-13,8kV	10 kA	(conf. Concessionária)
Potência de Curto-Circuito no PDE	239,02 MVA	
Resistência reduzida do sistema:	$R_{\text{sistema}} = 0,0000 \, \Omega / 380 \text{ V}$	
Reatância reduzida do sistema:	$X_{\text{sistema}} = 0,0000 \, \Omega / 380 \text{ V}$	
Impedância reduzida do sistema:	$Z_{\text{sistema}} = 0,0219 \, \Omega / 380 \text{ V}$	

Cabo de alimentação primária do transformador da E. Elevatória

Seção dos cabos do ramal de ligação da subestação

Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$R_{\text{ramal lig.}} = 0,8387 \text{ pu/kM}$	4 AWG
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$X_{\text{ramal lig.}} = 0,2731 \text{ pu/kM}$	
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$R_{\text{ramal lig.}} = 0,0012 \, \Omega/\text{km} (380\text{V})$	
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$X_{\text{ramal lig.}} = 0,0004 \, \Omega/\text{km} (380\text{V})$	
Comprimento do ramal de alimentação do transformador	40 m	
Número de cabos por fase do ramal de alimentação:	1	
Maneira de instalar dos cabos	aérea	

1.2.2 - DIMENSIONAMENTO SECCIONAMENTO PRIMÁRIO (DERIVAÇÃO DO PDE)

Tipo do equipamento	chave fusível monopolar
Classe de tensão de isolamento da chave:	15 kV
Corrente nominal, mínima, da chave seccionadora:	100 A
Capacidade do elo fusível:	6 K

1.2.3 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 170,93 \text{ A}$$

Comprimento do alimentador (metros):	30	Fatores de correção:	
Tipo de condutor:	cobre	K1 (temperatura do solo 35°)	0,94
Resistividade do material:	0,0179	k2 (agrup. de cabos):	1,00
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k3 (agrup. de circuitos):	1,00
Temp. máxima permitida (condutor):	90°C	k4 (agrup. de eletrodutos):	1,00
Temperatura do ambiente:	40°C	fs (fator de serviço)	1,00
Maneira de instalar:	canaleta ventilada no piso		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	2		

Determinação da seção dos condutores pelos três métodos:

1.2.3.1 Cálculo da seção do condutor função da CAPACIDADE DE CONDUÇÃO para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	170,93	0,94	181,84	269	95	0,2300	0,1000

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor:

seção escolhida:
condutor por fase:

95 mm ²
1

1.2.3.2 Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito:

$$S_{\text{condutor}} = 20,87 \text{ mm}^2$$

1.2.3.3 - Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$\begin{aligned} I_{\text{cc}} &= 10,00 \text{ kA} \\ T_{\text{elim. defeito}} &= 0,5 \text{ seg} \\ \text{condutor:} &= \text{PVC} \\ T_{\text{final}} &= 250 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{inicial}} &= 90 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	70	90

$$S_{\text{condutor}} = 49,81 \text{ mm}^2$$

Pelo cálculo acima, essa deveria ser a seção mínima, em função da máxima temperatura a que deve suportar com base no valor considerado para a corrente de curto circuito (simétrica), nos terminais secundários do transformador.

Resumo, a seção do condutor a ser adotada será, em função da que conduzir à maior seção dentre as três condições acima:

1.3 - RESUMO DO DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

1.3.1 - A seção escolhida do condutor será em função da capacidade de condução:

Seção escolhida mm²:
Diâmetro externo mm:
Quantidade por fase ud:

FASE	NEUTRO	PE
95	50	50
17,00	13,98	7,98
1	1	1

1.3.2 - Dimensionamento do eletroduto dos cabos do alimentador do Transformador

$$\begin{aligned} S_{\text{total condutor}} &= 884,26 \text{ mm}^2 \\ S_{\text{eletroduto}} &\Rightarrow 2.210,65 \text{ mm}^2 \\ \Phi_{\text{eletroduto}} &\Rightarrow 65,05 \text{ mm} \end{aligned}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 65mm

AÇO GALV. (2 1/2")

1.4 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Os equipamentos de medição, tais como, medidor de energia ativa, reativa e de demanda, TC's TP's, serão de fornecimento da Concessionária.

1.5 - DIMENSIONAMENTO DO SECCIONADOR GERAL DE ENTRADA

Tipo do equipamento: seccionador tripolar com comando simultâneo
Tensão de isolamento: 500V
Corrente nominal: 250A

1.6 - DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO - PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

Tipo do disjuntor: Caixa moldada tipo L
Aplicação do disjuntor: Proteção circuito: Transformador
Fator de multiplicação de corrente: K= 1,10
Corrente do circuito (corrente de projeto): I_{projeto}= 170,93 A
Cap.de condução do condutor do ramal secundário: I_{condutor}= 269 A

Corrente nominal escolhida para o disjuntor:	$I_{\text{nominal disjuntor}} =$	200 A
Capacidade de interrupção mínima necessária:	$I_{\text{interrupção}} =$	25 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	$T_{\text{operação disjuntor}} =$	0,60 s
Corrente ajustável de sobre carga para o disjuntor:	$I_{\text{ajust. Sobrecarga}} =$	160-200 A
Corrente ajustável de curto circuito para o disjuntor:	$I_{\text{ajust. curto circuito}} =$	1000-2000 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	$I_{\text{operação disjuntor}} =$	188 A
Verificação das condições:		
$I_{\text{nominal do disjuntor}} \geq I_{\text{projeto}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
$I_{\text{nominal disjuntor}} \leq I_{\text{condutor}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
$K \times I_{\text{nominal disjuntor}} \leq 1,45 \times I_{\text{condutor}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
$I_{\text{interrupção disjuntor}} \geq I_{\text{cc maximo}}:$	CONDIÇÃO ATENDIDA	
Disjuntor indicado	caixa moldada	
Corrente nominal $I_{\text{nominal}} =$	200 A	
Faixa de ajuste para curto-circuito	1000-2000 In	
Faixa de ajuste para sobrecarga	160-200 A	
Capacidade de interrupção em 380V CA \geq	25 kA	

1.7 - BARRAMENTO DO QDG

barra cobre: 50x10mm
barra por fase: 1

1.8 - TC DE MEDIÇÃO DE CORRENTE - LADO DE 380V

classe de extidão:	1,2 %
carga:	C12,5
relação de transformação:	250/5 A
quantidade:	3 unid.

1.9 - MULTI MEDIDOR DE GRANDÊZAS ELÉTRICAS - LADO DE 380V DO PAINEL

Multimedidor de Grandêzas Elétricas para rede trifásica desequilibrada (3F+N)	
Tensão de entrada:	380 V
Corrente de entrada:	0-5 A
Frequência	60 Hz
Saídas:	pulso e serial
Saída serial:	RS485
Saída analógica:	quatro

2 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES DO RAMAL DO MOTOR

NOTA:	potência: CV	rotação em rpm	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EB-01	75	3560	0,925	0,900	0,35	8,1	380

2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DA BOMBA DA: EB-01

Tipo de partida:	Partida com Chave Estática		
Corrente de partida:	8,1 x Inominal		
número de polos	2 polos		
rotação nominal - rpm	3560 rpm		
Valores das correntes do circuito do ramal do motor:			
I _{nominal motor} =	100,74 A	I _{partida motor} =	816,01 A

2.1.2 - CARACTERÍSTICAS CIRCUITO DO RAMAL MOTOR DA BOMBA: EB-01

Comprimento do ramal motor (metros):	10	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	30	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto aparente		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	I _{projeto} (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	100,74	0,85	118,52	144	35	0,6300	0,1100

Seção escolhida: 35 mm² cond.por fase: 1

Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito

$$S_{\text{condutor}} = 8,20 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{\text{cc max}} = 2,11 \text{ kA}$$

$$T_{\text{elim. defeito}} = 0,5 \text{ seg}$$

$$\text{condutor: PVC}$$

$$T_{\text{final}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{inicial}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S_{\text{condutor}} = 10,53 \text{ mm}^2$$

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	70	90

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

Seção escolhida:

35 mm²

Diâmetro externo condutor:

12,68 mm

Quantidade por fase:

1

2.1.3 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{\text{total condutor}} = 378,57 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 1.147,18 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 38,22 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 50

PVC ou (1 1/2")

tamanho nominal= 40

AÇO GALV. (1 1/2")

3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: EB-01

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba

35 mm²

Parâmetros do cabo ramal motor-1

$$R_{\text{ramal-1}} = 0,6300 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Parâmetros do cabo ramal motor-1

$$X_{\text{ramal-1}} = 0,1100 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Comprimento do ramal do motor-1

10 m

Número de cabos por fase do motor-1

1

Maneira de instalar do motor-1

B1

Eletroduto para os cabos do motor-1

PVC

4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

Impedância do sistema de alimentação

$$Z_{\text{red. sist}} = R_{\text{sist}} + j X_{\text{sist}}$$

Resistência do sistema (vista secundário)

$$R_{\text{sist}} = 0,0000 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

Reatância sistema (vista do secundário)

$$X_{\text{sist}} = 0,0006 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

Impedância sistema (vista do secundário)

$$Z_{\text{sist}} = 0,0006 \text{ } \Omega/380\text{V}$$

Impedância do TRAFO (vista do primário)

$$Z_{\text{trafo}} = R_{\text{trafo}} + j X_{\text{trafo}}$$

$$R_p = \frac{\text{Perdas}_{\text{cobre}}}{(10 \times \text{Pot.}_{\text{nom. trafo}})} \quad (\%)$$

$$R_p = 1,4667 \text{ } \% \quad (\text{nas bases do trafo})$$

$$R_{\text{pt}} = 24,8277 \text{ } \Omega/13,8\text{kV}$$

$$R_{\text{pt}}^2 = 616,4163$$

$$Z_{\text{pt}} = V_{\text{cc}} / I_{\text{npt}} \text{ } \Omega/13,8\text{kV}$$

$$V_{\text{cc}} = Z_p \times [V_{\text{np}} / \text{raiz}(3)] \text{ V}$$

$$V_{\text{cc}} = 9872,69 \text{ V}$$

$$Z_{\text{pt}} = 2.097,60 \text{ } \Omega/13,8\text{kV}$$

$$Z_{\text{pt}}^2 = 4.399.925,76$$

$$X_{\text{pt}} = \text{raiz}(Z_{\text{pt}}^2 - R_{\text{pt}}^2)$$

$$X_{\text{pt}} = 2097,4531 \text{ } \Omega/13,8\text{kV}$$

Impedância do circuito: PDE-trafo	$R_{\text{cabo prim}} = 0,00005 \, \Omega / 380\text{kV}$
	$X_{\text{cabo prim}} = 0,00002 \, \Omega / 380\text{V}$
	$Z_{\text{cabo prim}} = 0,00005 \, \Omega / 380\text{V}$
Impedância TRAFO (vista do secundário)	$Z_{\text{pt}} = R_{\text{st}} + j X_{\text{st}}$
	$R_{\text{pt}} = 0,0188 \, \Omega / 380\text{V}$
	$X_{\text{pt}} = 0,0546 \, \Omega / 380\text{V}$
	$Z_{\text{pt}} = 0,0578 \, \Omega / 380\text{V}$
Impedância do circuito: TRAFO-QGDFC	$R_{\text{cabo sec}} = 0,0069 \, \Omega / 380\text{V}$
	$X_{\text{cabo sec}} = 0,0030 \, \Omega / 380\text{V}$
	$Z_{\text{cabo sec}} = 0,0075 \, \Omega / 380\text{V}$
Impedância TOTAL do sistema até QGDFC	$Z_{\text{total-1}} = R_{\text{total}} + j X_{\text{total}}$
	$Z_{\text{total-1}} = Z_{\text{alim. trafa}} + Z_{\text{trafo}} + Z_{\text{secud.}}$
	$R_{\text{total-1}} = 0,0258 \, \Omega / 380\text{V}$
	$X_{\text{total-1}} = 0,0582 \, \Omega / 380\text{V}$
	$Z_{\text{total-1}} = 0,0637 \, \Omega / 380\text{V}$

4.1 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1 EB-01

Impedância circuito motor	$R_{\text{ramal-1}} = 0,0063 \, \Omega / 380\text{V}$
	$X_{\text{ramal-1}} = 0,0011 \, \Omega / 380\text{V}$
	$Z_{\text{ramal-1}} = 0,0064 \, \Omega / 380\text{V}$
Impedância do motor-1 na partida	$P_{\text{motor-1}} = 66,31 \, \text{kVA}$
	$R_{\text{motor-1}} = 0,00$
	$X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$
	$X_{\text{motor-1}} = 0,26886 \, (\Omega)$
	$Z_{\text{motor-1}} = 0,2689 \, (\Omega)$
Impedância do motor-1 em regime	$R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$
	$X_{\text{motor-1 reg}} = 2,1778 \, (\Omega)$
	$Z_{\text{motor-1 reg}} = 2,1778 \, (\Omega)$
Corrente de partida do motor-1	$I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$
Corrente na PARTIDA DIRETA:	$I_{\text{partida}} = 659,76 \, \text{A}$
Limitação da CORRENTE DE PARTIDA:	Ajuste = 4 x In Chave Estática
Novo valor da corrente de partida:	$I_{\text{part. reduzida}} = 402,97 \, \text{A}$ c/Chave Estática

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO PRIMEIRO MOTOR:

PARTIDA DIRETA	$\Delta V = Z_{\text{total}} \times I_{\text{partida}}$
Partida do motor-1	$\Delta V = 46,23 \, \text{V}$
	$\Delta V = 12,17 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	NÃO DEVE PARTIR - REDIMENSIONAR
Queda de tensão na partida	$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{partida}}$
c/ CHAVE ESTÁTICA	$\Delta V = 28,24 \, \text{V}$
4 x In	$\Delta V = 7,43 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A PARTIDA
VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:	
Queda de tensão em regime	$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{regime}}$
	$\Delta V = 7,06 \, \text{V}$
	$\Delta V = 1,86 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A OPERAÇÃO

5 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

5.1 - Dispositivo de comando do ramal do motor: CONTACTOR TRIPOLAR

Potência do motor:	P = 75 CV
Corrente nominal do motor	In = 100,74 A
Corrente nominal do contactor	In = 160 A
Faixa de ajuste para sobrecarga	50-200 A

5.2 - DISPOSITIVO DE ACIONAMENTO DO MOTOR BOMBA: CHAVE ESTÁTICA

Capacidade de acionamento do motor de:	75 CV
Corrente nominal do motor:	100,74 A
Corrente de partida:	4 x In
Corrente passante na Chave de Partida (em regime):	100,74 A
Corrente nominal da Chave Estática:	100 A
Fusíveis de proteção (ultra-rápidos)	315 A

5.3-CAPACITOR CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA MOTOR DA BOMBA

EB-01

motor da bomba principal	75 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:	0,90 pu
fator de potência desejado para o motor:	0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	66 kW
coeficiente para correção para 0,92:	0,058
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	3,85 kVAr
Capacitores necessários para correção do fator de potência:	5 kVAr trifásico
Tensão de alimentação da célula/banco	400 Volt

5.4 - DISPOSITIVOS ACIONAMENTO/PROTEÇÃO CAPACITORES ESTÁTICOS: FUSÍVEL

Contactador para ligação dos capacitores: I _{th} =	19 A
Fusível de proteção contra curto-circuito:	25 A
Cabo de ligação dos capacitores:	2,5 mm ²

NOTA: Caso seja adotada a correção isolada, ou seja, correção independente para cada motor, os capacitores deverão ser conectados ao circuito ANTES da Chave Estática e deverão ser energizados APÓS a entrada em operação da referida Chave Estática

6 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento dos cabos da malha de terra principal (à qual deverão ser conectados os cabos de descida dos pára-raios, neutro e tanque do transformador (quando existentes) e demais partes metálicas da instalação), obedecerá ao procedimento do cálculo dos condutores da malha de terra, em função do tipo de instalação, conforme a seguir, com base no valor da corrente de curto-circuito informada pela Concessionária para o PDE/Ponto de Ligação:

Fórmula de Onderdonk: $I_{def} = 226,53 \times S_{cobre} \{ \text{raiz}[1/t_{def} \times \ln[(T_{emp. solda} - T_{emp. amb}) / (234 + T_{emp. amb}) + 1]] \}$

I_{defeito} = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

S_{cobre} = seção do condutor de cobre da malha de terra mm²

T_{defeito} = tempo de duração do defeito em segundos

T_{emp. solda} = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)

T_{emp. ambiente} = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão: T_{emp. solda}

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Brasagem com liga Foscooper (solda heterógena)	550 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões **cavilhadas/a parafuso**, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

6.1 - Cabos de descida dos Pára-Raios de 13,8kV-10kA

I _{defeito} no ponto considerado:	I _{defeito} =	10.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	t _{duração} =	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	θa=	35 °C
cálculo:		245,53
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm ²
Seção do condutor de descida dos Pára-Raios:	S _{cond.PR} =	50 mm ²

6.2 - Cabos da malha de terra principal

I_{defeito} no ponto considerado:	$I_{\text{defeito}} =$	10.000 A
I_{defeito} no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	$I_{\text{def.}} =$	10.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
I_{defeito} nos cabos da malha:	$I_{\text{def. Malha}} =$	6.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{\text{duração}} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 graus
cálculo:		245,53
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm ²

Entretanto, face às recomendações das Normas da Concessionária, será empregado condutor de seção maior
Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de: $S_{\text{cond.malha}} =$ 50 mm²

de 380V) poderá ter seção de: $S_{\text{condutor}} =$ 40,73 mm²
Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos: $S_{\text{condutor}} =$ 50 mm²

Estas deverão ser, portanto, as seções dos condutores para aterramento de TODOS os equipamentos de baixa tensão da instalação.

7 - PARÂMETRO DOS EQUIPAMENTOS/MATERIAIS

EB-01

7.1 - TRANSFORMADOR DE ENTRADA

POTÊNCIA NOMINAL	112,5 kVA	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	13,8 kV	1
TENSÃO SECUNDÁRIA	380 V	

7.2 - PARA RAIOS

TIPO	Óxido de Zinco	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	12 kV	3
CORRENTE ESCOAMENTO	10 kA	

7.3 - CORTA CIRCUITO FUSÍVEL

TIPO	MONOPOLAR	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	15 kV	3
CORRENTE NOMINAL	100 A	
CAP. INTERRUPÇÃO	6 K	

7.4 - CONDUTORES

CIRCUITOS		I_{projeto} (A)	Seção adotada mm ²	Condutores por fase	Parâmetros Ω /km	
					Rca	XL
SECUNDÁRIO TRAFO		181,84	95	269	0,23	0,10
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			50	1	0,23	0,10
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	75	100,74	35	1	0,63	0,11
CAPACITOR CORREÇÃO	5	7,60	2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS AUXILIARES		5,60	6	1	3,69	0,13
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO INTERNA			2,5	1	8,87	0,15
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO EXTERNA			4	1	5,62	0,14
CABO DO ATERRAM. DESCIDA P. RAIOS		10.000	50	cobre nú	têmpera mole	
CABO DO ATERRAMENTO DA MALHA		6.000	50	cobre nú	têmpera mole	
ATERRAMENTO DEMAIS EQUIPAMENTOS		10.000	550	cobre nú	têmpera mole	

7.5 - FUSÍVEIS (TIPOS: ULTRA RÁPIDO E RETARDADO)

CIRCUITOS	MOTOR (CV)	I_{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal
CHAVE ESTATICA	75,0	315	≥ 25	500V
CAPACITOR kVAr	5	25	≥ 25	500V
COMANDO (RETARDADO)		6	≥ 25	500V

7.6 - DISJUNTORES

CIRCUITOS	I _{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C x In	Disparador C/C x In
ALIMENTADOR GERAL	200	>= 25	500V	160-200	1000-2000
SERVIÇOS AUXILIARES	60	>= 25	500V	50-63	600

7.7 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS	DISPOSITIVO	I _{nominal} (A)	Tensão nominal
RAMAL DO MOTOR DA E. ELEVATÓRIA	CONTACTOR TRIPOLAR	160	500V
MOTOR 75 CV	CHAVE ESTATICA	100	500V
CAPACITOR 5 kVAr trifásico	CONTACTOR	19	500V

7.8 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTI MEDIDOR	0-5	500V
	TC DE MEDIÇÃO	200/5	500V
	VOLTÍMETRO DIGITAL	500V	500V

8.2.2.2 Iluminação Interna das Edificações da Subestação

DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória de Água - EB-01, de condições de visibilidade e deslocamento de pessoas para execução da operação/observação noturna da Estação de Bombeamento. Diante da natureza do trabalho a ser, eventualmente, desenvolvido na referida instalação, o nível de iluminamento adotado equipara-se àquele destinado para ambientes industriais de operação/observação de máquinas/instrumentos. Segundo o que estabelecem as Normas Brasileiras, o iluminamento para essa situação está entre 150 e 250 lux (considerados ao final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada).

Será calculado o nível de iluminamento (recomendado) para cada um dos módulos em função das dimensões de cada um, considerando o respectivo nível de iluminamento.

A natureza do trabalho a ser desenvolvido na área da Estação não exige um alto grau de reprodução de cores. Considerando o aspecto de ordem econômica para o projeto, portanto, poderemos adotar o emprego de lâmpadas de descarga, de baixo consumo, na busca de maior rendimento energético para o Projeto.

As luminárias serão instaladas diretamente nas paredes laterais e/ou no teto sob a laje. A distribuição dos circuitos será obtida mediante o emprego de condutores isolados, instalados em eletrodutos rígidos de PVC.

Os circuitos elétricos de alimentação das luminárias serão monofásicos, em 220V, derivados de sistema trifásico em 380V. Será adotado o sistema TN-S, a cinco (ou três) condutores (F-N-PE). Cada circuito monofásico deverá ser alimentado por uma das três fases, e deverá ser provida a alternância entre elas com o intuito de aumentar a confiabilidade da área a ser iluminada, no caso de contingência de perda de uma das fases.

PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO

A) ÁREA 1 - SALA DAS BOMBAS

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: projetor circular aberto
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada por tirante sob o teto de caletão
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: 250 lux
- altura de montagem da luminária: 4,95 m
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 1

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Multivapores Metálicos 150 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 11.400 lumens
- Consumo do reator: 16 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 7,35 m
- Largura da edificação 5,45 m
- Pé direito 5,45 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária .. 0,50 m
- Altura de montagem 4,95 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local 40,06 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 40,06 m²
- Número de lâmpadas/luminária 1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 11.400 lumens
- Potência da lâmpada 150 watts
- Consumo do acessório 16 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,63$

$\eta = 0,34$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 3,69$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **4 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times F_d \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **$E_{\text{médio}} = 298 \text{ lux}$**

B) ÁREA 2 - SALA DE COMANDO

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada sob o teto de concreto
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: 250 lux
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum 40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 2.700 lumens
- Consumo do reator: 10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 4,75 m
- Largura da edificação 2,40 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária .. 0,20 m
- Altura de montagem 2,60 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local 11,40 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 11,40 m²
- Número de lâmpadas/luminária 2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,61$

$\eta = 0,20$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 3,77$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **4 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **$E_{\text{médio}} = 292 \text{ lux}$**

C) ÁREA 3 - BANHEIRO

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada por tirante sob o teto de caletão
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: 150 lux
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum 40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 2.700 lumens
- Consumo do reator: 10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 2,20 m
- Largura da edificação 1,20 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária .. 0,20 m
- Altura de montagem 2,60 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 150 lux
- Área do local 2,64 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 2,64 m²
- Número de lâmpadas/luminária 2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,30$

$\eta = 0,15$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{Em \times S}{n \times \Phi \times Fu \times Fd}$$

N = 0,70 ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **1 luminária**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$Emédio = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **Emédio = 236 lux**

D) ÁREA 4 - ESCRITÓRIO

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada por tirante sob o teto de caletão
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts
- nível de iluminação desejado: 250 lux
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum 40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 2.700 lumens
- Consumo do reator: 10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 3,00 m
- Largura da edificação 2,20 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária.. 0,20 m
- Altura de montagem 2,60 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local 6,60 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 6,60 m²
- Número de lâmpadas/luminária 2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,49$

$\eta = 0,27$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 1,62$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **2 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times F_d \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **$E_{\text{médio}} = 340 \text{ lux}$**

E) ÁREA 5 - HALL DE ENTRADA

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária:fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga:em grupo, por interruptor
- tipo de circuito:circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária:fixada por tirante sob o teto de kaletão
- tensão de alimentação da lâmpada:220 Volts
- nível de iluminamento desejado:250 lux
- número de luminárias por ponto:1
- número de lâmpadas/luminária:2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada:2.700 lumens
- Consumo do reator:10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 2,50 m
- Largura da edificação..... 1,60 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária.. 0,20 m
- Altura de montagem..... 2,60 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local..... 4,00 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada..... 4,00 m²
- Número de lâmpadas/luminária.....2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,38$

$\eta = 0,27$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 0,98$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **1 luminária**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times \eta \times F_u \times F_d \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **$E_{\text{médio}} = 281 \text{ lux}$**

F) RESUMO QUALI-QUANTITATIVO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA DA ELEVATÓRIA

ÁREA	LUMINÁRIA TIPO	LÂMPADA	QUANT.	POT. (W)	CONSUMO TOTAL
ÁREA 1:	projektor circular aberto	Multivapores Metálicos	4	150	664 Watts
ÁREA 2:	fluorescente aberta	fluorescente comum	4	40	200 Watts
ÁREA 3:	fluorescente aberta	fluorescente comum	1	40	50 Watts
ÁREA 4:	fluorescente aberta	fluorescente comum	2	40	100 Watts
ÁREA 5:	fluorescente aberta	fluorescente comum	1	40	50 Watts

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Φ-10A	3Φ-16A	
ÁREA 1:	4	4	50.922 Watts
ÁREA 2:	2	0	4.400 Watts
ÁREA 3:	1	0	2.200 Watts
ÁREA 4:	1	1	12.731 Watts
ÁREA 5:	0	0	0 Watts

- Fator de demanda lâmpadas:..... 1
- Fator de demanda tomadas:..... 0,3
- Demanda TOTAL a ser considerada: 22.140 Watts
- Corrente máxima no alimentador: 33,64 A
- Seção condutor do alimentador tronco:..... 6 mm²
- Seção do condutor do ramal lâmpada: 2,5 mm²
- Seção do condutor do ramal tomada:..... 4 mm²
- Disjuntor Geral iluminação, trifásico: 50 A
- Disjuntor tomadas, trifásico: 20 A
- Disjuntor ramais monofásico: 10 A

8.2.2.3 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Dados do projeto:

- EDIFICAÇÃO
- Altura da Instalação em relação ao piso..... 4,25 m
- Comprimento da Plataforma..... 15,00 m
- Largura da Plataforma..... 12,00 m

Embora não tenhamos dados quali-quantitativos mais precisos quanto ao índice ceraunico da região onde será implantada a Estação Elevatória de Água (na localidade de CAMALAÚ, no Estado da Paraíba), trabalharemos com os dados disponíveis para a região Nordeste do Brasil que situa a referida região dentro das curvas isocerânicas de 50-60 dias/trovoada/ano, o que a qualifica como região no início da faixa dos níveis ceraunicos altos. Para efeito desta análise, consideraremos o nível ceraunico com valor médio de 55.

Para determinação da densidade de queda de raios na região sob estudo, adotaremos as orientações das normas internacionais (IEC principalmente) as quais recomendam para países que não disponham de registro confiável da densidade de queda de raios, que se

adote a equação: $N_g = 0,04 \times I^{1,25}$ como determinante da densidade procurada. No presente caso, teremos:

$$I = 55 \quad N_g = 5,9912 \quad \text{ou} \quad N_g = 6 \text{ raios/km}^2/\text{ano}$$

O conjunto das instalações da Estação Elevatória é constituído de uma área para as Bombas de Recalque com dimensões conforme mostrado em planta.

Os equipamentos ali instalados e que necessitam de proteção, são equipamentos hidráulicos formados por bombas e motores elétricos e seus respectivos dispositivos de acionamento e controle, onde encontram-se a presença de componentes de eletrônica de estado sólido baseado em sistemas micro-processados, portanto, susceptíveis à influência dos campos eletromagnéticos resultantes das descargas atmosféricas.

Para efeito de cálculo da probabilidade de queda de raios nessas estruturas, tomamos como padrão de edificações a serem protegidas, o conjunto de maior altura (reservatório), bem como, a área de ocupação das demais instalações no plano horizontal.

A edificação objeto deste estudo, tem as seguintes características:

- Forma geométrica: retangular
- Altura da Edificação em relação ao solo 4,25 m
- Comprimento da Edificação 15,00 m
- Largura da Edificação..... 12,00 m
- A área de captação desse conjunto será: $A_a = ab + 2(a+b) + \pi h^2$

$$a \times b = 180,00 \text{ m}^2$$

$$2(a+b) = 54,00 \text{ m}$$

$$\pi h^2 = 56,75$$

$$A_a = 290,75 \text{ m}^2$$

A probabilidade de queda de raios nessa área será determinada por:

$$P = A_a \cdot N_g \cdot 10^{-6} \text{ raios/ano}$$

Para o caso em questão teremos: **$P = 1.744 \times 10^{-6}$ raios/ano**

A NBR-5419 considera esse método como válido para o cálculo da probabilidade de queda de raios sobre determinada estrutura, e estabelece um número (P_0) a partir do qual a proteção torna-se obrigatória, sendo: $P_0 = P.A.B.C.D.E$

- $P_0 < 10^{-5}$ proteção desnecessária
- $P_0 > 10^{-3}$ proteção obrigatória

Onde teremos para os fatores de ponderação:

FATOR	QUALIFICAÇÃO		VALOR
A	Ocupação	Instalação Industrial	1
B	Material de Construção	Alvenaria	1
C	Conteúdo	Instalações Elétricas	1
D	Localização	Semi-isolada	1
E	Topografia	Planície	1

Calculando: $P_0 = P_x A_x B_x C_x D_x E$ ou

$$P_0 = 1.744,47 \times 10^{-6}$$

$$P_0 = 1,74 \times 10^{-3}$$

CONCLUSÃO: PROTEÇÃO OBRIGATÓRIA

Resultado que torna obrigatória a proteção contra descargas atmosféricas.

Com base no exposto acima, será aplicada a proteção, e o método a ser adotado neste estudo será o do modelo eletrogeométrico.

A NBR-5419 classifica as instalações acima dentro de nível de proteção "**tipo III**" e define como raio padrão para a esfera fictícia o valor de 45m, com isso, o volume de proteção para a estrutura considerada acha-se conforme desenvolvimento gráfico.

O alcance da proteção de um captor de altura útil de 9,60m (em relação ao solo) e instalado no topo de um poste implantado lateralmente à Edificação e a uma distância equidistante no sentido longitudinal da mesma, (retângulo de 15x12m) será:

Alcance da proteção = **$R \cdot \cos[\arcsin(R-h)/R]$**

sendo:

$$R = \dots\dots\dots 45$$

$$h = \dots\dots\dots 9,6$$

$$(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7867$$

$$\sin(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7080$$

$$\arcsin(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7867 \text{ radianos}$$

$$\arcsin(R-h)/R = \dots\dots\dots 51,88 \text{ graus}$$

$$\cos[\arcsin(R-h)/R] = \dots\dots\dots 0,7062$$

$$R \cdot \cos[\arcsin(R-h)/R] = \dots\dots\dots 31,78$$

Alcance da proteção = 31,78 m

Conforme mostrado na parte gráfica, serão empregados dois captosres (dois postes DT-10/150), posicionados lateralmente à edificação que abrigará a sala de bombas e a casa de comando, escritório, etc.. A necessidade de dois captosres deve-se ao alcance da proteção na área de cobertura da referida edificação conforme está demonstrado no desenho correspondente à área estabelecida pela interceptação do plano de cobertura da edificação com a área definida pelo cone esférico correspondente ao método eletro-geométrico.

O sistema será complementado pela execução de um anel de escoamento, formado por cabo de cobre nu de 50 mm², enterrado a 1,00m abaixo da superfície do solo e conectado a quatro hastes de terra de 2,40mx5/8". A esse anel deverão ser conectadas as descidas (duas por captor) dos captosres instalados no topo dos postes.

Os elementos constituintes do sistema de proteção serão: os captosres, o sistema de descida e o sistema de aterramento propriamente dito.

Como captosres utilizaremos hastes de terra de comprimento de 2,40m com diâmetro de 5/8".

Considerando que as edificações são em alvenaria, não teremos componentes naturais para serem empregados como integrantes do sistema de descida, neste caso utilizaremos a descida por meio de cabos de cobre nu fixados diretamente na face lateral do poste que suporta o captor.

Serão empregados no SPDA: Dois postes de concreto DT-150/10 para instalação do captor (constituído por uma haste de terra de 5/8"x 2,40m); cabos de cobre nu de t mpera mole de se    50 mm² como cabos de descida e para o cabo de forma    do anel de escoamento na base da Edifica   ) e como eletrodos de escoamento s    usadas quatro hastes de terra de 5/8"x 2,40m.

O desenvolvimento gr  fico mostra o volume de prote     da Edifica    a ser protegida.

O m  todo oferece portanto o grau de prote     desejado.

8.2.2.4 C  culo da Malha de Terra

TIPO DO SOLO: ARGILO-ARENOSO

ESTA     ELEVAT  RIA: EB-01

SUBESTA     PRINCIPAL 13.800-380Volts 112,5 kVA

CÁLCULO DA MALHA DE TERRA DA SUBESTAÇÃO

OBS: Valores de: seção x diâmetro dos condutores:	seção (mm ²)	diâm. (mm)
	35	6,68

PARÂMETROS INICIAIS RELATIVOS AO SISTEMA EM ESTUDO

Corrente de defeito, I_{cc} (fase-terra), considerada: I_{def}= **10.000 A**
 Tempo para eliminação do defeito (em segundos) t_{def}= **0,5 segundos**

Para o tipo de solo, a resistividade varia de: **50 - 200 Ω.m**
 Consideraremos para o cálculo a resistividade aparente de: **180 Ω.m**

DIMENSIONAMENTO TÉRMICO DO CONDUTOR DA MALHA E CABOS DE LIGAÇÃO

Método de Onderdonk (válido somente para o dimensionamento térmico para cabo de cobre)

$$I_{\text{defeito}} = 226,53 \times S_{\text{cobre}} \times \sqrt{\frac{1}{t_{\text{defeito}}} \ln \left(\frac{\theta_m - \theta_a}{234 + \theta_a} + 1 \right)}$$

Fórmula de Onderdonk:
 onde:

I_{def.} = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor
 S_{cobre} = seção do condutor de cobre da malha de terra mm²
 T_{def.} = tempo de duração do defeito em segundos
 T_{emp.sold.} = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)
 T_{emp. amb} = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão: T_{emp.solda}

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Cavilhada (conexão por aperto de parafuso)	250 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

Para o presente caso temos:

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões cavilhadas/a parafuso, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

Considerando as observações acima, teremos:

Idefeito no ponto considerado:	I _{defeito} =	10.000 A
Idefeito no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	I _{def.} =	10.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
Idefeito nos cabos da malha:	I _{def. Malha} =	6.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	t _{duração} =	0,5
Temp. ambiente (graus Celsius)	θ _a =	35
Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada	θ _m =	250
cálculo: (Temp.sol.-Temp.amb)/(234+Temp.amb)		0,80
cálculo: log. Nepereriano		0,59
cálculo: radical		1,08
cálculo:		245,53
cálculo da seção do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm ²
cálculo da seção do condutor de cobre (cabo da malha):		24,44 mm ²

Donde se conclui que o condutor a ser usado para a malha de terra e descida dos equipamentos, quanto ao dimensionamento térmico poderá ser o de seção, igual ou maior que, a acima calculada. Entretanto por razões de ordem de resistência mecânica aos esforços sobre a malha, será inicialmente calculada a malha para o condutor de seção conforme a seguir:

Consideraremos inicialmente condutor de cobre nú:	35 mm ²
Diâmetro do condutor acima considerado (em mm):	6,68 mm
Diâmetro do condutor acima considerado (em m):	0,0067 m

CÁLCULO DA MALHA - CONDIÇÕES INICIAIS DO PROJETO

Foram considerados os seguintes determinantes para cálculo da malha e das tensões de passo e de toque

Resistividade aparente do solo em ohms.metro	180 ohms.metro
Espaçamento da malha:	2,40 m
Comprimento das hastes:	2,40 m
Corrente de defeito passante nos cabos da malha:	6.000 A
Geometria da malha:	retangular
Dimensão lado a (metros) (dimensão inicial)	9,60 m
Dimensão lado b (metros) (dimensão inicial)	7,20 m
Comprimento da haste de aterramento (metros):	2,40 m
Diâmetro da haste de aterramento (polegadas):	5/8"
Diâmetro da haste de aterramento (polegadas):	0,625 pol.
Profundidade da malha:	0,60 m
Camada superficial de brita:	0,10 m
Resistividade de brita:	3.000 Ω.m

Dimensões iniciais da malha	Valores
Espaçamento cond. lado a (metros)	2,40 m
Espaçamento cond. lado b (metros)	2,40 m
Número de condutores no lado Na	5,00
Número de condutores no lado Nb	4,00
Número de condutores no lado Na	5,00
Número de condutores no lado Nb	4,00
Número total de "nós" da malha: $n_a \times n_b =$	20,00 nós
Número de "nós" da periferia da malha: $2n_a + 2(n_b - 2) =$	14,00 nós
Comprimento total dos cabos da malha Lcabo (m)	74,40 m
Quantidade de hastes a ser usada (unid)	14,00 só na periferia
Comprimento da haste de aterramento (m)	2,40 m
Comprimento equivalentes das hastes "Lhastes" (m)	33,60 m
Comprimento total para malha com hastes (m)	122,70 m
Comprimento equivalente total "L total" (m)	122,70 m

CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DA MALHA

Resistividade aparente do solo (ohms.metro)	180,00 ohms.metro
Área da malha (m ²)	69,12 m ²
Profundidade da malha (metros)	0,60 m
R (equivalente) do Sistema de Aterramento	9,97 ohms

Resistência final da malha atende às Normas	ATENDE ÀS NORMAS
--	-------------------------

RESUMO DA MALHA - ALTERNATIVA FINAL

Subestação COM camada de brita de:	0,10 metros
Tempo de eliminação do defeito	0,50 segundos
Cabo de cobre nú seção em mm ²	35,00 mm ²
Comprimento do Lado A da malha	9,60 metros
Comprimento do Lado B da malha	7,20 metros
Geometria da malha: retângulo de:	9,60 x 7,20 metros
Comprimento total de cabo (em metros)	74,40 metros
Quantidade de hastes	14 unidades
Comprimento das hastes de aterramento	2,40 m
Diâmetro das hastes de aterramento	5/8"
Espaçamento entre as hastes (em metros)	2,40 metros
Profundidade da malha em metros (exceto periferia)	0,60 metros
Profundidade da malha na periferia (em metros)	1 metro
Fazer os cantos arredondados na periferia	
Usar hastes na periferia e na DESCIDA de todos os equipamentos principais, tipo PÁRA-RAIOS, LÂMINA DE TERRA, DISJUNTOR, TRANSFORMADOR, ESTRUTURAS METÁLICAS, SUPORTES DE ISOLADORES, etc..	

8.3 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 2 / ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (EB-2/ETA)

8.3.1 Memorial Descritivo

8.3.1.1 Apresentação

O presente Memorial Descritivo se refere ao Projeto Básico Elétrico destinado às obras do Sistema Adutor Camalaú compreendendo as cargas da Estação Elevatória EB-02/ETA, integrante do referido Sistema.

A) FINALIDADE

Este relatório tem como finalidade descrever o escopo do fornecimento de energia elétrica ao sistema hidráulico constituído pela Estação de Bombeamento e seus respectivos Serviços Auxiliares, objetivando sua apreciação/aprovação pelos órgãos conforme abaixo:

- ÓRGÃO: SECTMA
- OBRA: SISTEMA ADUTOR CAMALAU
- ESTAÇÃO: EB-02/ETA
- CONCESSIONÁRIA: SAELPA

B) DADOS EXECUTIVOS

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.

C) 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.

D) DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO

Na região predomina oferta de energia derivada de sistema de distribuição primária 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.

E) PREMISSAS PARA DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS

- 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, subseqüentemente, 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 250 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.
- O Projeto de Automação relacionado com eventual necessidade de Supervisão, Operação, Comando e Controle das Estações de Bombeamento por Centro de Controle Operacional Remoto, não é parte integrante deste escopo, entretanto, os equipamentos de comando/controle dos motores foram especificados com tecnologia digital que possibilitam, caso seja necessário, sua comunicação (exportação/importação) de dados com o Centro de Controle Remoto. É importante ressaltar que se essa necessidade de comunicação remota for confirmada, será necessário estabelecer o padrão para o Protocolo de Comunicação a ser fornecido com os equipamentos que dispõem de saída digital para esse tipo de comunicação.

8.3.1.2 Subestação - Situação e Locação

A) 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.

B) 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: 5cv (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)

C) CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO E DA ESTAÇÃO

- Instalação com motores elétricos de: 70 cv
- Instalação com motores elétricos de: 40 cv
- Instalação com motores elétricos de: 3 cv
- Instalação com motores elétricos de: 1 cv
- Quantidade de motores instalados: 16 ud
- Quantidade de motores em reserva: 6 ud

D) CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES

Motor	Potência (cv)	Número de polos	$I_p/I_r =$	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida
bomba principal	70	2	8,1	0,925	0,900	0,35
bomba principal	40	2	7,8	0,910	0,880	0,35
bomba principal	3	2	7	0,815	0,840	0,35
bomba principal	1	2	7,1	0,745	0,830	0,35

E) POTÊNCIA DA INSTALAÇÃO - POTÊNCIA EFETIVA EM MOTORES E OUTRAS CARGAS

As cargas elétricas instaladas na Estação estão demonstradas no quadro abaixo correspondente ao apresentado na respectiva memória de cálculo.

ESTAÇÃO EB-02/ETA	CARGA 3φ	QUANT (*)	POTÊNCIA		TOTAL INSTALADO
			cv	kW (**)	
Motor trifásico - bombas		2	70	61,89	61,36 kW
Motor trifásico - bombas		2	40	36,76	36,76 kW
Motor trifásico - bombas		1	3	3,23	3,23 kW
Motor trifásico - bombas		8	1	1,19	4,76 kW
Iluminação Interna/Externa				4,00	4,00 kW
Tomada 1Φ / manutenção		4		8,78	8,78 kW
Tomada 3Φ / manutenção		4		42,12	42,12 kW
Total das cargas instaladas (kW)					162,35 kW
Total das cargas equivalente em kVA					143,71 kVA

F) POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO PRIMÁRIA

- Potência do Transformador em kVA:..... 225,0 kVA
- Tensão primária de alimentação da SE:..... 13.800 Volt
- Tensão secundária de alimentação das cargas: 380 Volt
- Reserva de Potência em Transformador:..... 81,29 kVA

G) CÁLCULO DA DEMANDA PARA COMERCIALIZAÇÃO COM A CONCESSIONÁRIA

- Regime de operação da instalação: 20 horas/dia
- Intervalo de operação: no período de ponta do sistema
- Tipo de contratação: tarifa binômia
- Potência nominal do motor: 107,45 kW
- Potência requerida pelos motores: 107,45 kW
- Potência dos auxiliares: 54,90 kW
- Fator de demanda: 0,50 p.u.
- Potência dos auxiliares corrigida: 27,45 kW
- Potência requerida pela instalação: 134,90 kW
- Tipo de contratação: tarifa binômia

$$D = (a + b + c + d + e) / fp \quad \text{onde:}$$

$$a = \dots\dots\dots 27,45 \text{ kW}$$

$$b = c = d = \dots\dots\dots 0 \text{ kW}$$

$$e = \dots\dots\dots 107,45 \text{ kW}$$

$$fp = \dots\dots\dots 0,92$$

$$D = \dots\dots\dots 146,63 \text{ kVA}$$

- Demanda a ser contratada: 146,63 kVA

8.3.1.3 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:

A) ENTRADA DE SERVIÇO

Para a 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 abaixo resume a situação para a Estação aqui considerada:

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

B) PROTEÇÃO PRIMÁRIA – LADO DE 13,8kV

• **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 mm²
- 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: 200 A
- Elos Fusíveis: 10 K (dimensionados pela Concessionária)
- Instalação: estrutura da SE

C) PROTEÇÃO SECUNDÁRIA – LADO DE 380V

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: 400 A
- Faixa ajuste p/sobrecarga: 315-400 A
- Capac. de interrupção: ≥ 25 kA

D) 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 mm²;
- condutor da malha de terra terá seção de 50 mm²;

- 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.

Resumo do Sistema de Aterramento

- Condutor de Escoamento, cobre nu: 50 mm²
- 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 und.
- Eletroduto de proteção (cond. descida): 1" PVC
- Cabos da malha de terra - cobre nu: 35 mm²

8.3.1.4 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).

8.3.1.5 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	P/FASE
Secund. do Transformador	240 mm ²	1
Neutro do Transformador	120 mm ²	1
Ramal dos Motores 70cv	35 mm ²	1
Ramal dos Motores 40cv	25 mm ²	1
Ramal dos Motores 3cv	4 mm ²	1
Ramal dos Motores 1cv	4 mm ²	1
	6 mm ²	1
Serviços Auxiliares	4 mm ²	1
	2,5 mm ²	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.

8.3.1.6 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 deverão ser do tipo solda exotérmica).

8.3.1.7 Proteção Contra Incêndio

Foram previstos dois extintores de incêndio de 8 kg, Classe "C", sendo: um de pó químico seco instalado próximo do CCM e outro de CO₂ instalado próximo aos conjuntos de moto-bombas.

8.3.1.8 Condições Operacionais da Estação

A) PARTIDA DE MOTORES DOS CONJUNTOS DE 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: 75 cv (3.555 rpm)**
 - Proteção do ramal: contactor 3 Φ In = 115 A
 - Acionamento partida: chave estática In = 100 A
 - Proteção do motor: relé sobrecarga = 50-200 A
 - Corre. fator potência: capacitor trifásico = 5 kVAr
- **Motor trifásico: 40 cv (3.560 rpm)**
 - Proteção do ramal: contactor 3 Φ In = 65 A
 - Acionamento partida: chave estática In = 70 A
 - Proteção do motor: relé sobrecarga = 57-75 A
 - Corre. fator potência: capacitor trifásico = 5 kVAr

- **Motor trifásico: 3 cv (3.465 rpm)**
 - Proteção do ramal: contactor 3 Φ In = 7 A
 - Proteção do motor: relé sobrecarga = 3,5-5A A
 - Corre. fator potência: capacitor trifásico = 1 kVAr
- **Motor trifásico: 1 cv (3.450 rpm)**
 - Proteção do ramal: contactor 3 Φ In = 7 A
 - Proteção do motor: relé sobrecarga = 1,4-2A A
 - Corre. fator potência: capacitor trifásico = 0,5 kVAr

B) OPERAÇÃO DOS CONJUNTOS DAS MOTO-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.

O conjunto de bombas para a formação da seqüência da ordem de entrada em operação deverá levar em conta a bomba que estava na posição de RESERVA OPERACIONAL.

Para a realização dessa configuração, seguindo os critérios apresentados pela CONTRATANTE, foi projetado sistema de comando/controle para alternância das bombas baseado em configuração a ser efetuada, automaticamente, pelo sistema de comando/controle da Estação.

NOTA: Em caso de eventual necessidade de Supervisão/Operação Remota, através de Centro de Controle Operacional - CCO, será necessário fazer AJUSTES de adequação neste Projeto. Caso venha a se configurar essa necessidade de Supervisão/Operação remota, deverá ser determinado no Projeto de Automação para Supervisão/Operação remota, o padrão do Protocolo de Comunicação que deverá ser fornecido com os equipamentos que dispõem de saída digital para essa finalidade conforme foi ressaltado em um dos itens do capítulo de Premissas deste Projeto.

8.3.2 Memória de Cálculo

8.3.2.1 Dimensionamento de Condutores e Equipamentos

POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

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 (CV) menor a:	5 acionamento com partida direta
Motores de potência (CV) igual ou maior a:	15 a instalação requer subestação primária
Demanda total (kVA), igual ou maior a:	15 a instalação requer subestação primária
Instalação dotada de motores elétricos de:	70 CV 2 unidades
Instalação dotada de motores elétricos de:	40 CV 2 unidades
Instalação dotada de motores elétricos de:	3 CV 1 unidade
Instalação dotada de motores elétricos de:	1 CV 8 unidades
Instalação dotada de motores elétricos de:	0,15 CV 3 unidades

VALORES LIMITES PARA QUEDA DE TENSÃO

As condições operacionais do Projeto recomendam os seguintes limites:

Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de PARTIDA do motor:	10 %
Queda de tensão (%), em relação ao PDE, para a condição de REGIME do motor:	7 %

CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DADOS DE ENTRADA

motor	potência: CV	rotação em rpm	Ip/Ir =	$\rho = 100\%$ carga	$\cos\phi = 100\%$ carga	$\cos\phi =$ na partida	Tensão (V) alimentação
bomba principal	70	3555	8,1	0,925	0,900	0,35	380
bomba principal	40	3560	7,8	0,910	0,880	0,35	380
bomba principal	3	3465	7,0	0,815	0,840	0,35	380
bomba principal	1	3450	7,1	0,745	0,830	0,35	380
bomba principal	0,15	3380	5,3	0,581	0,700	0,35	380

QUADRO DE CARGAS

Carga a ser instalada	Potência em CV	Quantid. instalada	Quantid. reserva	Potência em kW	Demanda em kW
motor da bomba da Estação	70	2	1	61,89	61,89
motor da bomba da Estação	40	2	1	36,76	36,76
motor da bomba da ETA	3	1	0	3,23	3,23
motor da bomba da Estação/ETA	1	8	4	1,19	4,76
motor da bomba da Estação	0,15	3	0	0,27	0,81
iluminação interna/externa		1		4,00	4,00
tomada mono p/serv. de manut.		4		8,78	8,78
tomada trif. p/serv. de manutenção		4		42,12	42,12
				Total	162,35

Instalação com motores de Potência em CV ≥ 15 CV:

SIM - REQUER SUBESTAÇÃO

Instalação com demanda ($D \geq 15$ kVA):

SIM - REQUER SUBESTAÇÃO

Potência da instalação em kVA:

143,71 kVA

Potência do Transformador em kVA:

225 kVA

Tensão primária de alimentação da SE:

13.800 Volt

Tensão secundária de alimentação das cargas:

380 Volt

Reserva de Potência em Transformador:

81,29 kVA

NOTA: A demanda requerida enquadra o atendimento da instalação em Alta Tensão conforme preconizam as normas da Concessionária. Portanto o atendimento desta instalação será diretamente do sistema de distribuição primária na tensão de 13.800Volts.

1 - POTÊNCIA INSTALADA EM TRANSFORMADORES NA SUBESTAÇÃO:

Transformador	trifásico em banho de óleo
Potência	225 kVA
Tensão no primário	13,8 kV
Tensão no secundário	380 V
Impedância	4,5 %
Perdas no cobre	2800 Watts
Corrente nominal primário	9,41 A
Corrente nom. secundário	341,85 A
Quantidade de trafos	1 ud

1.1 - CÁLCULO DA DEMANDA DO SISTEMA (PARA COMERCIALIZAÇÃO COM A CONCESSIONÁRIA)

Σ Pot. nominal dos motores:	107,45 kW
Pot. requerida motores:	107,45 kW
Potência auxiliares:	54,90 kW
Fator de demanda:	0,50 p.u.
Potência auxiliares corrigida:	27,45 kW
Potência da instalação:	134,90 kW

$$D = (a+b+c+d+e) / fp$$

$$a = 27,45$$

$$b=c=d = 0$$

$$e = 107,45$$

$$fp = 0,92$$

$$D = 146,63 \text{ kVA}$$

1.2 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO/OPERAÇÃO

1.2.1 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA - DADOS DE ENTRADA

Corrente de Curto-Circuito no PDE-13,8kV	10 kA	(conf. Concessionária)
Potência de Curto-Circuito no PDE	239,02 MVA	
Resistência reduzida do sistema:	$R_{\text{sistema}} = 0,0000 \Omega / 380 \text{ V}$	
Reatância reduzida do sistema:	$X_{\text{sistema}} = 0,0000 \Omega / 380 \text{ V}$	
Impedância reduzida do sistema:	$Z_{\text{sistema}} = 0,0219 \Omega / 380 \text{ V}$	

Cabo de alimentação primária do transformador da E. Elevatória

Seção dos cabos do ramal de ligação da subestação

4 AWG

Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$R_{\text{ramal lig.}} = 0,8387 \text{ pu/kM}$
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$X_{\text{ramal lig.}} = 0,2731 \text{ pu/kM}$
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$R_{\text{ramal lig.}} = 0,0012 \Omega/\text{km} (380\text{V})$
Parâmetros do cabo ramal de entrada:	$X_{\text{ramal lig.}} = 0,0004 \Omega/\text{km} (380\text{V})$
Comprimento do ramal de alimentação do transformador	40 m
Número de cabos por fase do ramal de alimentação:	1
Maneira de instalar dos cabos	aérea

1.2.2 - DIMENSIONAMENTO SECCIONAMENTO PRIMÁRIO (DERIVAÇÃO DO PDE)

Tipo do equipamento	chave fusível monopolar
Classe de tensão de isolamento da chave:	15 kV
Corrente nominal, mínima, da chave seccionadora:	200 A
Capacidade do elo fusível:	10 K

1.2.3 - CÁLCULO DO CONDUTOR DO ALIMENTADOR GERAL DE BAIXA TENSÃO

Valores das correntes do circuito do alimentador geral:

$$I_{\text{alimentador}} = 341,85 \text{ A}$$

Comprimento do alimentador (metros):	30	Fatores de correção:	
Tipo de condutor:	cobre	K1 (temperatura do solo 35°)	0,94
Resistividade do material:	0,0179	k2 (agrup. de cabos):	1,00
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k3 (agrup. de circuitos):	1,00
Temp. máxima permitida (condutor):	90°C	k4 (agrup. de eletrodutos):	1,00
Temperatura do ambiente:	40°C	fs (fator de serviço)	1,00
Maneira de instalar:	canaleta ventilada no piso		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	2		

Determinação da seção dos condutores pelos três métodos:

1.2.3.1 Cálculo da seção do condutor função da CAPACIDADE DE CONDUÇÃO para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	corrente de projeto (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap.cond por cabo (A)	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
PVC	341,85	0,94	363,67	481	240	0,0940	0,0980

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor:

seção escolhida:

condutor por fase:

240 mm ²
1

1.2.3.2 Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito:

$$S_{\text{condutor}} = 41,74 \text{ mm}^2$$

1.2.3.3 - Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{cc} = 10,00 \text{ kA}$$

$$T_{\text{elim. defeito}} = 0,5 \text{ seg}$$

$$\text{condutor: PVC}$$

$$T_{\text{final}} = 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{inicial}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	70	90

$$S_{\text{condutor}} = 49,81 \text{ mm}^2$$

Pelo cálculo acima, essa deveria ser a seção mínima, em função da máxima temperatura a que deve suportar com base no valor considerado para a corrente de curto circuito (simétrica), nos terminais secundários do transformador.

Resumo, a seção do condutor a ser adotada será, em função da que conduzir à maior seção dentre as três condições acima:

1.3 - RESUMO DO DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

1.3.1 - A seção escolhida do condutor será em função da capacidade de condução:

Seção escolhida mm²:
Diâmetro externo mm:
Quantidade por fase ud:

FASE	NEUTRO	PE
240	120	120
23,48	18,36	12,36
1	1	1

1.3.2 - Dimensionamento do eletroduto dos cabos do alimentador do Transformador

$$S_{\text{total condutor}} = 1.683,85 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 4.209,63 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{\text{eletroduto}} \Rightarrow 85,21 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal=

Φ 4" Aço galv.

1.4 - DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Os equipamentos de medição, tais como, medidor de energia ativa, reativa e de demanda, TC's, etc., serão de fornecimento da Concessionária.

1.5 - DIMENSIONAMENTO DO SECCIONADOR GERAL DE ENTRADA

Tipo do equipamento: seccionador tripolar com comando simultâneo

Tensão de isolamento: 500V

Corrente nominal: 400A

1.6 - DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR GERAL DE BAIXA TENSÃO - PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

Tipo do disjuntor: Caixa moldada tipo L

Aplicação do disjuntor: Proteção circuito: Transformador

Fator de multiplicação de corrente: K= 1,10

Corrente do circuito (corrente de projeto): I_{projeto}= 341,85 A

Cap.de condução do condutor do ramal secundário: I_{condutor}= 481 A

Corrente nominal escolhida para o disjuntor: I_{nominal disjuntor}= 400 A

Capacidade de interrupção mínima necessária:	$I_{\text{interrupção}} =$	25 kA
Tempo de atuação/operação do disjuntor:	$T_{\text{operação disjuntor}} =$	0,60 s
Disparador térmico de sobrecarga ajustável:	$I_{\text{ajust. Sobrecarga}} =$	315-400 A
Disparador magnético de curto-circuito ajustável:	$I_{\text{ajust. curto-circuito}} =$	2000-4000 A
Corrente nominal de operação para o disjuntor:	$I_{\text{operação disjuntor}} =$	376 A

Verificação das condições:

$I_{\text{nominal do disjuntor}} \geq I_{\text{projeto}} :$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{nominal disjuntor}} \leq I_{\text{condutor}} :$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$K \times I_{\text{nominal disjuntor}} \leq 1,45 \times I_{\text{condutor}} :$	CONDIÇÃO ATENDIDA
$I_{\text{interrupção disjuntor}} \geq I_{\text{cc máximo}} :$	CONDIÇÃO ATENDIDA

Disjuntor indicado	caixa moldada
Corrente nominal $I_{\text{nominal}} =$	400 A
Faixa de ajuste para curto-circuito	2000-4000 In
Faixa de ajuste para sobrecarga	315-400 A
Capacidade de interrupção em 380V CA \geq	25 kA

1.7 - BARRAMENTO DO QDG	barra cobre:	50x10mm
	barra por fase:	1

1.8 - TC DE MEDIÇÃO DE CORRENTE - LADO DE 380V

classe de extidão:	1,2 %
carga:	C12,5
relação de transformação:	400/5 A
quantidade:	3 unid.

1.9 - MULTI MEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS - LADO DE 380V DO PAINEL

Multimedidor de Grandêzas Elétricas para rede trifásica desequilibrada (3F+N)

Tensão de entrada:	380 V
Corrente de entrada:	0-5 A
Frequência	60 Hz
Saídas:	pulso e serial
Saída serial:	RS485
Saída analógica:	quatro

2 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES - DIMENSIONAMENTO DO RAMAL DE LIGAÇÃO

2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES

NOTA:	potência: CV	rotação em rpm	$\rho = 100\% \text{ carga}$	$\cos \phi = 100\% \text{ carga}$	$\cos \phi = \text{na partida}$	$I_p/I_r =$	Tensão (V) alimentação
EB-02	70	3555	0,925	0,900	0,35	8,1	380
EB-02	40	3560	0,910	0,880	0,35	7,8	380
EB-02	3	3465	0,815	0,840	0,35	7	380
ETA	1	3450	0,745	0,830	0,35	7,1	380
ETA	0,15	3380	0,581	0,700	0,35	5,3	380

2.1.1 - RAMAL DO MOTOR DE POTÊNCIA: 70 CV

Tipo de partida: Partida com Chave Estática

Corrente de partida:	8,1 x I_{nominal}
número de polos	2 polos
rotação nominal - rpm	3555 rpm

Valores das correntes do circuito do ramal do motor:

$I_{\text{nominal motor}} =$	94,03 A	$I_{\text{partida motor}} =$	761,61 A
Comprimento do ramal motor (metros):	10	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	30	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1

Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto aparente		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	I _{projeto} (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	94,03	0,85	110,62	144	35	0,6300	0,1100

Seção escolhida: 35 mm² cond.por fase: 1

Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito

$$S_{condutor} = 7,65 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$$I_{cc \text{ max}} = 4,42 \text{ kA}$$

$$T_{elim. defeito} = 0,5 \text{ seg}$$

condutor: PVC

$$T_{final} = 250 \text{ °C}$$

$$T_{inicial} = 90 \text{ °C}$$

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T _{final}	160	250
T _{inicial}	70	90

$$S_{condutor} = 22,00 \text{ mm}^2$$

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

Seção escolhida: 35 mm²
 Diâmetro externo condutor: 12,68 mm
 Quantidade por fase: 1

2.1.2 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$$S_{total \text{ condutor}} = 378,57 \text{ mm}^2$$

$$S_{eletroduto} \Rightarrow 1.147,18 \text{ mm}^2$$

$$\Phi_{eletroduto} \Rightarrow 38,22 \text{ mm}$$

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 50 PVC ou (1 1/2")

2.1.3 - CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: 70 CV EB-02

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba	35 mm ²
Parâmetros do cabo ramal motor-1	R _{ramal-1} = 0,6300 Ω/km
Parâmetros do cabo ramal motor-1	X _{ramal-1} = 0,1100 Ω/km
Comprimento do ramal do motor-1	10 m
Número de cabos por fase do motor-1	1
Maneira de instalar do motor-1	B1
Eletroduto para os cabos do motor-1	PVC

2.1.4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

Impedância do sistema de alimentação	Z _{red. sist} =	R _{sist} + j X _{sist}
Resistência do sistema (vista secundário)	R _{sist} =	0,0000 Ω/ 380V
Reatância sistema (vista do secundário)	X _{sist} =	0,0006 Ω/ 380V
Impedância sistema (vista do secundário)	Z _{sist} =	0,0006 Ω/ 380V
Impedância do TRAFO (vista do primário)	Z _{trafo} =	R _{trafo} + j X _{trafo}
	R _p =	Perdas _{cobre} / (10 x Pot. _{nom. trafo}) (%)
	R _p =	1,2444 % (nas bases do trafo)
	R _{pt} =	10,5330 Ω/ 13,8kV
	R _{pt} ² =	110,9436
	Z _{pt} =	V _{cc} / I _{npt} Ω/ 13,8kV
	V _{cc} =	Z _p x [V _{np} / raiz(3)] V

$$V_{cc} = Z_p \times [V_{np} / \text{raiz}(3)] \text{ V}$$

$$V_{cc} = 9872,69 \text{ V}$$

$$Z_{pt} = 1.048,80 \text{ } \Omega / 13,8\text{kV}$$

$$Z_{pt}^2 = 1.099.981,44$$

$$X_{pt} = \text{raiz}(Z_{pt}^2 - R_{pt}^2)$$

$$X_{pt} = 1048,7471 \text{ } \Omega / 13,8\text{kV}$$

Impedância do circuito: PDE-trafo

$$R_{\text{cabo prim}} = 0,00005 \text{ } \Omega / 380\text{kV}$$

$$X_{\text{cabo prim}} = 0,00002 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$Z_{\text{cabo prim}} = 0,00005 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

Impedância TRAFO (vista do secundário)

$$Z_{pt} = R_{st} + j X_{st}$$

$$R_{pt} = 0,0080 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$X_{pt} = 0,0278 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$Z_{pt} = 0,0289 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

Impedância do circuito: TRAFO-QGDFC

$$R_{\text{cabo sec}} = 0,0028 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$X_{\text{cabo sec}} = 0,0029 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$Z_{\text{cabo sec}} = 0,0041 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

Impedância TOTAL do sistema até QGDFC

$$Z_{\text{total-1}} = R_{\text{total}} + j X_{\text{total}}$$

$$Z_{\text{total-1}} = Z_{\text{alim. trafa}} + Z_{\text{trafo}} + Z_{\text{secud.}}$$

$$R_{\text{total-1}} = 0,0109 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$X_{\text{total-1}} = 0,0313 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$Z_{\text{total-1}} = 0,0331 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

2.1.5 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1

70 CV

Impedância circuito motor

$$R_{\text{ramal-1}} = 0,0063 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$X_{\text{ramal-1}} = 0,0011 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

$$Z_{\text{ramal-1}} = 0,0064 \text{ } \Omega / 380\text{V}$$

Impedância do motor-1 na partida

$$P_{\text{motor-1}} = 61,89 \text{ kVA}$$

$$R_{\text{motor-1}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1}} = 1000 \times V_{\text{nm}}^2 / K \times P_{\text{motor}}$$

$$X_{\text{motor-1}} = 0,28807 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1}} = 0,2881 \text{ } (\Omega)$$

Impedância do motor-1 em regime

$$R_{\text{motor-1 reg}} = 0,00$$

$$X_{\text{motor-1 reg}} = 2,3333 \text{ } (\Omega)$$

$$Z_{\text{motor-1 reg}} = 2,3333 \text{ } (\Omega)$$

Corrente de partida do motor-1

$$I_{\text{partida}} = (1000 \times V_{\text{nm}}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{\text{total}} + Z_{\text{motor}})]$$

Corrente na PARTIDA DIRETA:

$$I_{\text{partida}} = 683,03 \text{ A}$$

Limitação da CORRENTE DE PARTIDA:

$$\text{Ajuste} = 4 \times I_{\text{partida}}$$

Chave Estática

Novo valor da corrente de partida:

$$I_{\text{part. reduzida}} = 376,10 \text{ A}$$

c/Chave Estática

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO PRIMEIRO MOTOR:

PARTIDA DIRETA

Partida do motor-1

$$\Delta V = Z_{\text{total}} \times I_{\text{partida}}$$

$$\Delta V = 27,00 \text{ V}$$

$$\Delta V = 7,11 \text{ } \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

POSSÍVEL A PARTIDA

Queda de tensão na partida

c/ CHAVE ESTATICA

4 xln

$$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{partida}}$$

$$\Delta V = 14,87 \text{ V}$$

$$\Delta V = 3,91 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

POSSÍVEL A PARTIDA

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime

$$\Delta V = Z_{\text{total-1}} \times I_{\text{regime}}$$

$$\Delta V = 3,72 \text{ V}$$

$$\Delta V = 0,98 \%$$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90

POSSÍVEL A OPERAÇÃO

2.1.6 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

2.1.6.1 - Dispositivo de Seccionamento do circuito:

SECCIONADOR TRIPOLAR

Seccionador-fusível comando simultâneo

$$I_n = 400 \text{ A}$$

Fusíveis tipo Ultra-Rápido corrente nominal:

$$I_n = 315 \text{ A}$$

2.1.6.2 - Dispositivo de Comando do ramal do motor:

CONTACTOR TRIPOLAR

Potência nominal do motor:

$$P = 70 \text{ CV}$$

Corrente nominal do motor

$$I_n = 94,03 \text{ A}$$

Corrente nominal do contactor

$$I_n = 160 \text{ A}$$

Faixa de ajuste para o relé de sobrecarga

$$50-200 \text{ A}$$

2.1.6.3 - Dispositivo de acionamento do motor da bomba:

CHAVE ESTATICA

Capacidade de acionamento para motor de bomba de:

$$70 \text{ CV}$$

Corrente nominal do motor:

$$94,03 \text{ A}$$

Corrente de partida:

$$4 \times I_n$$

Corrente passante na Chave de Partida (em regime):

$$94,03 \text{ A}$$

Corrente nominal da Chave Estática:

$$100 \text{ A}$$

2.1.6.4 - Correção do fator de potência do motor:

CAPACITOR TRIFÁSICO

motor da bomba principal

$$70 \text{ CV}$$

fator de potência do motor a 100% da carga:

$$0,90 \text{ pu}$$

fator de potência desejado para o motor:

$$0,92 \text{ pu}$$

potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):

$$62 \text{ kW}$$

coeficiente para correção para 0,92:

$$0,058$$

potência reativa requerida pelo motor (100% carga):

$$3,59 \text{ kVAr}$$

Capacitores necessários para correção do fator de potência:

$$5 \text{ kVAr trifásico}$$

Tensão de alimentação da célula/banco

$$400 \text{ Volt}$$

2.1.6.5 - Dispositivo de acionamento/proteção dos capacitores estáticos:

Contacto para ligação dos capacitores:

$$I_{th} = 19 \text{ A}$$

Fusível de proteção contra curto-circuito:

$$I_n = 25 \text{ A}$$

Cabo de ligação dos capacitores:

$$2,5 \text{ mm}^2$$

NOTA: Caso seja adotada a correção isolada, ou seja, correção independente para cada motor, os capacitores deverão ser conectados ao circuito ANTES da Chave Estática e deverão ser energizados APÓS a entrada em operação da referida Chave Estática

3.1.1 - RAMAL DO MOTOR DE POTÊNCIA:

40 CV

Tipo de partida:

Partida com Chave Estática

Corrente de partida:

$$7,8 \times I_{\text{nominal}}$$

número de polos

$$2 \text{ polos}$$

rotação nominal - rpm

$$3560 \text{ rpm}$$

Valores das correntes do circuito do ramal do motor:

$$I_{\text{nominal motor}} = 55,86 \text{ A}$$

$$I_{\text{partida motor}} = 435,68 \text{ A}$$

Comprimento do ramal motor (metros):

$$10$$

Comprimento do alimentador (metros):

$$30$$

Tipo de condutor:

$$\text{cobre}$$

Resistividade do material:

$$0,0179$$

Fatores de correção:

k1 (temperatura do solo): 0,85

k2 (agrup. de cabos): 1

k3 (agrup. de circuitos): 1

Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos:	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto aparente		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	$I_{projeto}$ (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	55,86	0,85	65,71	88	25	0,8700	0,1200

Seção escolhida:	25 mm ²	cond.por fase:	1
Seção dos cabos do ramal do motor da bomba	25 mm ²		
Parâmetros do cabo ramal motor-1	$R_{ramal-1} =$	0,8700 Ω/km	
Parâmetros do cabo ramal motor-1	$X_{ramal-1} =$	0,1200 Ω/km	
Comprimento do ramal do motor-1		10 m	
Número de cabos por fase do motor-1		1	
Maneira de instalar do motor-1		B1	
Eletroduto para os cabos do motor-1		PVC	
Impedância circuito motor	$R_{ramal-1} =$	0,0087 Ω/ 380V	
	$X_{ramal-1} =$	0,0012 Ω/ 380V	
	$Z_{ramal-1} =$	0,0088 Ω/ 380V	

Cálculo da seção do condutor em função da queda de tensão ADMITIDA para o circuito

$$S_{condutor} = 4,55 \text{ mm}^2$$

Cálculo da seção do condutor em função da CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO:

$I_{cc \text{ max}} =$	4,28 kA
$T_{elim. defeito} =$	0,5 seg
condutor:	PVC
$T_{final} =$	250 °C
$T_{inicial} =$	90 °C

temp em °C	Isolamento do condutor	
	PVC	XLPE
T_{final}	160	250
$T_{inicial}$	70	90

$$\begin{aligned} \text{raiz}(T_{elim. defeito}) \times I_{cc} &= 3,03 \\ (234+T_f) &= 484,00 \\ (234+T_i) &= 324,00 \\ \log[(234+T_f) / (234+T_i)] &= 0,17 \\ \text{raiz}[\log[(234+T_f) / (234+T_i)]] &= 0,42 \end{aligned}$$

$$S_{condutor} = 21,34 \text{ mm}^2$$

A seção do condutor será em função da capacidade de condução do condutor

Seção escolhida:	25 mm ²
Diâmetro externo condutor:	11,64 mm
Quantidade por fase:	1

3.1.2 - DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

$S_{total \ condutor} =$	319,34 mm ²
$S_{eletroduto} \Rightarrow$	967,71 mm ²
$\Phi_{eletroduto} \Rightarrow$	35,10 mm

Empregaremos, portanto, eletroduto de:

tamanho nominal= 50	PVC ou	(1 1/2")
---------------------	--------	----------

3.1.3 - RESUMO DAS CONDIÇÕES DOS CIRCUITOS RAMAIS DE MOTOR

MOTOR: 40 CV bomba principal

Seção dos cabos do ramal do motor da bomba	25 mm ²
Parâmetros do cabo ramal motor-1	$R_{ramal-1} =$ 0,8700 Ω/km
Parâmetros do cabo ramal motor-1	$X_{ramal-1} =$ 0,1200 Ω/km
Comprimento do ramal do motor-1	10 m
Número de cabos por fase do motor-1	1
Maneira de instalar do motor-1	B1
Eletroduto para os cabos do motor-1	PVC

3.1.4 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DOS MOTORES

Impedância TOTAL do sistema até QGDFC	$Z_{total-1} = R_{total} + j X_{total}$
	$Z_{total-1} = Z_{alim. \text{ trafo}} + Z_{trafo} + Z_{secud.}$
	$R_{total-1} = 0,0109 \, \Omega / 380V$
	$X_{total-1} = 0,0313 \, \Omega / 380V$
	$Z_{total-1} = 0,0331 \, \Omega / 380V$

3.1.5 - CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO MOTOR-1

40 CV

Impedância circuito motor	$R_{ramal-1} = 0,0087 \, \Omega / 380V$
	$X_{ramal-1} = 0,0012 \, \Omega / 380V$
	$Z_{ramal-1} = 0,0088 \, \Omega / 380V$
Impedância do motor-1 na partida	$P_{motor-1} = 36,76 \, kVA$
	$R_{motor-1} = 0,00$
	$X_{motor-1} = 1000 \times V_{nm}^2 / K \times P_{motor}$
	$X_{motor-1} = 0,50357 \, (\Omega)$
	$Z_{motor-1} = 0,5036 \, (\Omega)$
Impedância do motor-1 em regime	$R_{motor-1 \text{ reg}} = 0,00$
	$X_{motor-1 \text{ reg}} = 0,0000 \, (\Omega)$
	$Z_{motor-1 \text{ reg}} = 0,0000 \, (\Omega)$
Corrente de partida do motor-1	$I_{partida} = (1000 \times V_{nm}) / [\text{raiz}(3) \times (Z_{total} + Z_{motor})]$
Corrente na PARTIDA DIRETA:	$I_{partida} = 408,77 \, A$
Limitação da CORRENTE DE PARTIDA:	Ajuste= 4 xIn
Novo valor da corrente de partida:	$I_{part. \text{ reduzida}} = 223,42 \, A$
	Chave Estática c/Chave Estática

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA DO PRIMEIRO MOTOR:

PARTIDA DIRETA	$\Delta V = Z_{total} \times I_{partida}$
Partida do motor-1	$\Delta V = 17,14 \, V$
	$\Delta V = 4,51 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A PARTIDA

Queda de tensão na partida	$\Delta V = Z_{total-1} \times I_{partida}$
c/ CHAVE ESTÁTICA	$\Delta V = 9,37 \, V$
4 xIn	$\Delta V = 2,46 \, \%$
CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A PARTIDA

VALORES DA QUEDA DE TENSÃO EM REGIME:

Queda de tensão em regime	$\Delta V = Z_{total-1} \times I_{regime}$
	$\Delta V = 2,34 \, V$
	$\Delta V = 0,62 \, \%$

CONDIÇÕES EM RELAÇÃO NBR-5410/90	POSSÍVEL A OPERAÇÃO
----------------------------------	----------------------------

3.1.6 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

3.1.6.1 - Dispositivo de Seccionamento do circuito:

SECCIONADOR TRIPOLAR

Seccionador-fusível comando simultâneo	In= 160 A
Fusíveis tipo Ultra-Rápido corrente nominal:	In= 160 A

3.1.6.2 - Dispositivo de Comando do ramal do motor:

CONTACTOR TRIPOLAR

Potência nominal do motor:	P= 40 CV
Corrente nominal do motor	In= 55,86 A
Corrente nominal do contactor	In= 95 A
Faixa de ajuste para o relé de sobrecarga	57-75 A

3.1.6.3 - Dispositivo de acionamento do motor da bomba: CHAVE ESTÁTICA

Capacidade de acionamento para motor de bomba de:	40 CV
Corrente nominal do motor:	55,86 A
Corrente de partida:	4 x In
Corrente passante na Chave de Partida (em regime):	55,86 A
Corrente nominal da Chave Estática:	70 A

3.1.6.4 - Correção do fator de potência do motor: CAPACITOR TRIFÁSICO

motor da bomba principal	40 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:	0,88 pu
fator de potência desejado para o motor:	0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):	37 kW
coeficiente para correção para 0,92:	0,114
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):	4,19 kVAr
Capacitores necessários para correção do fator de potência:	5 kVAr trifásico
Tensão de alimentação da célula/banco	400 Volt

3.1.6.5 - Dispositivo de acionamento/proteção dos capacitores estáticos:

Contactor para ligação dos capacitores:	I _{th} =	19 A
Fusível de proteção contra curto-circuito:	I _n =	25 A
Cabo de ligação dos capacitores:		2,5 mm ²

NOTA: Caso seja adotada a correção isolada, ou seja, correção independente para cada motor, os capacitores deverão ser conectados ao circuito ANTES da Chave Estática e deverão ser energizados APÓS a entrada em operação da referida Chave Estática

4.1.1 - RAMAL DO MOTOR DE POTÊNCIA: 3 CV

Partida Direta à Plena			
Tipo de partida:	Tensão		
Corrente de partida:	7,0 x Inominal		
número de polos	2 polos		
rotação nominal - rpm	3465 rpm		
Valores das correntes do circuito do ramal do motor:			
$I_{\text{nominal motor}} =$	4,90 A	$I_{\text{partida motor}} =$	34,30 A
Comprimento do ramal motor (metros):	10	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	30	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto aparente		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	I _{projeto} (A)	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	4,90	0,85	5,76	28	2,5	8,8700	0,1500

Seção escolhida: 2,5 mm² cond.por fase: 1

4.1.2 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

4.1.2.1 - Dispositivo de Seccionamento do circuito: FUSÍVEL

Fusível Tipo Retardado	I _n =	16 A
------------------------	------------------	------

4.1.2.2 - Dispositivo de Comando do ramal do motor: CONTACTOR TRIPOLAR

Potência nominal do motor:	P=	3 CV
Corrente nominal do motor	I _n =	4,90 A
Corrente nominal do contactor	I _n =	9 A
Faixa de ajuste para o relé de sobrecarga		4,5-6,3 A

4.1.2.3 - Correção do fator de potência do motor:

motor da bomba principal		CAPACITOR TRIFÁSICO	3 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:			0,84 pu
fator de potência desejado para o motor:			0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):			3 kW
coeficiente para correção para 0,92:			0,217
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):			0,70 kVAr
Capacitores necessários para correção do fator de potência:			1 kVAr trifásico
Tensão de alimentação da célula/banco			400 Volt
Fusível de proteção contra curto-circuito:	In=		6 A

5.1.1 - RAMAL DO MOTOR DE POTÊNCIA: 1 CV

Tipo de partida:	Partida Direta à Plena
Corrente de partida:	Tensão
número de polos	7,1 x Inominal
rotação nominal - rpm	2 polos
Valores das correntes do circuito do ramal do motor:	3450 rpm

$I_{\text{nominal motor}} =$	1,81 A	$I_{\text{partida motor}} =$	12,84 A
Comprimento do ramal motor (metros):	10	Fatores de correção:	
Comprimento do alimentador (metros):	30	k1 (temperatura do solo):	0,85
Tipo de condutor:	cobre	k2 (agrup. de cabos):	1
Resistividade do material:	0,0179	k3 (agrup. de circuitos):	1
Nível de isolamento:	0,6/1kV	k4 (agrup. de eletrodutos):	1
Temp. máxima permitida no condutor:	90°C	fs (fator de serviço)	1
Temperatura do ambiente:	40°C		
Maneira de instalar:	eletroduto aparente		
Tipo de instalação:	B1		
Queda de tensão admitida no ramal (%):	4		

Cálculo da seção do condutor em função da capacidade de condução para o tipo de instalação:

tipo do isolamento	$I_{\text{projeto}} \text{ (A)}$	fator de correção	cap.cond neces. (A)	cap. condução	seção em (mm ²)	resist. Ω/km	reatância Ω/km
0,6/1kV	1,81	0,85	2,13	28	2,5	8,8700	0,1500

Seção escolhida: 2,5 mm² cond.por fase: 1

4.1.2 - DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES

4.1.2.1 - Dispositivo de Seccionamento do circuito:

Fusível Tipo Retardado	In=	16 A
------------------------	-----	------

4.1.2.2 - Dispositivo de Comando do ramal do motor:

Potência nominal do motor:	P=	1 CV
Corrente nominal do motor	In=	1,81 A
Corrente nominal do contactor	In=	7 A
Faixa de ajuste para o relé de sobrecarga		1,8-2,5 A

4.1.2.3 - Correção do fator de potência do motor:

motor da bomba principal		CAPACITOR TRIFÁSICO	1 CV
fator de potência do motor a 100% da carga:			0,83 pu
fator de potência desejado para o motor:			0,92 pu
potência ativa requerida pelo motor (100% da carga):			1 kW
coeficiente para correção para 0,92:			0,243
potência reativa requerida pelo motor (100% carga):			0,29 kVAr
Capacitores necessários para correção do fator de potência:			0,5 kVAr trifásico
Tensão de alimentação da célula/banco			400 Volt
Fusível de proteção contra curto-circuito:	In=		6 A

5 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento dos cabos da malha de terra principal (à qual deverão ser conectados os cabos de descida dos pára-raios, neutro e tanque do transformador (quando existentes) e demais partes metálicas da instalação), obedecerá ao procedimento do cálculo dos condutores da malha de terra, em função do tipo de instalação, conforme a seguir, com base no valor da corrente de curto-circuito informada pela Concessionária para o PDE/Ponto de Ligação:

Fórmula de Onderdonk: $I_{def} = 226,53 \times S_{cobre} \{ \text{raiz}[1/t_{def} \times \ln[(T_{emp. solda} - T_{emp. amb}) / (234 + T_{emp. amb}) + 1]] \}$

$I_{defeito}$ = corrente de defeito, em Ampère, através do condutor

S_{cobre} = seção do condutor de cobre da malha de terra mm^2

$T_{defeito}$ = tempo de duração do defeito em segundos

$T_{emp. solda}$ = temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)

$T_{emp. ambiente}$ = temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão: $T_{emp. solda}$

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Brasagem com liga Foscooper (solda heterógena)	550 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões **cavilhadas/a parafuso**, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

5.1 - Cabos de descida dos Pára-Raios de 13,8kV-10kA

$I_{defeito}$ no ponto considerado:	$I_{defeito} =$	10.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{duração} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 °C
cálculo:		245,53
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm^2
Seção do condutor de descida dos Pára-Raios:	$S_{cond.PR} =$	50 mm^2

5.2 - Cabos da malha de terra principal

$I_{defeito}$ no ponto considerado:	$I_{defeito} =$	10.000 A
$I_{defeito}$ no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	$I_{def.} =$	10.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
$I_{defeito}$ nos cabos da malha:	$I_{def. Malha} =$	6.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	$t_{duração} =$	0,50 s
Temp. ambiente (graus Celsius)	$\theta_a =$	35 graus
cálculo:		245,53
cálculo da seção mínima do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm^2

Entretanto, face às recomendações das Normas da Concessionária, será empregado condutor de seção maior
Portanto, o condutor da malha deverá ter seção de: $S_{cond.malha} =$ 50 mm^2

O condutor de ligação para aterramento dos equipamentos de baixa tensão (lado de 380V) poderá ter seção de: $S_{condutor} =$ 40,73 mm^2
Portanto, o condutor de aterramento dos equipamentos: $S_{condutor} =$ 35 mm^2

Estas deverão ser, portanto, as seções dos condutores para aterramento de TODOS os equipamentos de baixa tensão da instalação.

6 - PARÂMETRO DOS EQUIPAMENTOS/MATERIAIS

EB-02 / ETA

6.1 - TRANSFORMADOR DE ENTRADA

POTÊNCIA NOMINAL	225,0 kVA	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	13,8 kV	1
TENSÃO SECUNDÁRIA	380 V	

6.2 - PARA RAIOS

TIPO	Óxido de Zinco	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	12 kV	3
CORRENTE ESCOAMENTO	10 kA	

6.3 - CORTA CIRCUITO FUSÍVEL

TIPO	MONOPOLAR	QUANT.
TENSÃO PRIMÁRIA	15 kV	3
CORRENTE NOMINAL	200 A	
CAP. INTERRUPÇÃO	10 K	

6.4 - CONDUTORES

CIRCUITOS		Iprojeto (A)	Seção adotada mm ²	Condutores por fase	Parâmetros Ω/km Rca XL
SECUNDÁRIO TRAFO		363,67	240	1	0,0940 0,0980
ALIMENTADOR GERAL - NEUTRO			120	1	0,1900 0,1000
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	70	94,03	35	1	0,6300 0,1100
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	40	55,86	25	1	0,8700 0,1200
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	3	4,90	2,5	1	8,8700 0,1500
RAMAL DO MOTOR DA ELEVATÓRIA (CV)	1	1,81	2,5	1	8,8700 0,1500
CAPACITOR CORREÇÃO INDIVID. p/MOTOR (kVAr)	5	7,60	2,5	1	8,8700 0,1500
CAPACITOR CORREÇÃO INDIVID. p/MOTOR (kVAr)	1	1,52	2,5	1	8,8700 0,1500
CAPACITOR CORREÇÃO INDIVID. p/MOTOR (kVAr)	0,5	0,76	2,5	1	8,8700 0,1500
CIRCUITOS AUXILIARES		20,86	6	1	3,6900 0,1300
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO INTERNA			2,5	1	8,8700 0,1500
CIRCUITOS ILUMINAÇÃO EXTERNA			4	1	5,6200 0,1400
CABO DO ATERRAM. DESCIDA P. RAIOS		10.000	50	cobre nú	têmpera mole
CABO DO ATERRAMENTO DA MALHA		6.000	50	cobre nú	têmpera mole
ATERRAMENTO DEMAIS EQUIPAMENTOS		10.000	35	cobre nú	têmpera mole

6.5 - FUSÍVEIS (TIPOS: ULTRA RÁPIDO E RETARDADO)

CIRCUITOS		MOTOR (CV)	CARACTERÍSTICAS DOS FUSÍVEIS			
		POTÊNCIA				
MOTOR		CV	TIPO	I _{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal
MOTOR	70	CV	ULTRA RÁPIDO	315	>= 25	500V
MOTOR	40	CV	ULTRA RÁPIDO	160	>= 25	500V
MOTOR	3	CV	RETARDADO	16	>= 25	500V
MOTOR	1	CV	RETARDADO	16	>= 25	500V
CAPACITOR	5	kVAr	RETARDADO	25	>= 25	500V
CAPACITOR	1	kVAr	RETARDADO	6	>= 25	500V
CAPACITOR		kVAr	RETARDADO	6	>= 25	500V

6.6 - DISJUNTORES

CIRCUITOS	I _{nominal} (A)	Cap. Interrup. kA	Tensão nominal	Disparador S/C (A)	Disparador C/C (A)
ALIMENTADOR GERAL	400	>= 25	500V	315-400	2000-4000
SERVIÇOS AUXILIARES	60	>= 25	500V	50-63	600

6.7 - ACIONAMENTOS

CIRCUITOS		DISPOSITIVO	I _{nominal} (A)	Tensão nominal
TIPO	POTÊNCIA	TIPO		
MOTOR	70 CV	CHAVE ESTATICA	100	500V
MOTOR	70 CV	CONTACTOR TRIPOLAR	160	500V
MOTOR	40 CV	CHAVE ESTATICA	70	500V
MOTOR	40 CV	CONTACTOR TRIPOLAR	95	500V
MOTOR	3 CV	CONTACTOR TRIPOLAR	9	500V
MOTOR	1 CV	CONTACTOR TRIPOLAR	7	500V
CAPACITOR	5 kVAr trifásico	CONTACTOR	19	500V

6.8 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

GERAL	CIRCUITOS	Escala (A)	Tensão nominal
	MULTI MEDIDOR	0-5	500V
	TC DE MEDIÇÃO	400/5	500V
	VOLTÍMETRO DIGITAL	500V	500V

8.3.2.2 Iluminação Interna das Edificações da Subestação

DADOS DE ENTRADA DA INSTALAÇÃO

A Iluminação Interna destina-se a dotar a área da Estação Elevatória e de Tratamento de Água - EB-02/ETA, de condições de visibilidade e deslocamento de pessoas para execução da operação/observação noturna da Estação de Bombeamento. Diante da natureza do trabalho a ser, eventualmente, desenvolvido na referida instalação, o nível de iluminamento adotado equipara-se àquele destinado para ambientes industriais de operação/observação de máquinas/instrumentos. Segundo o que estabelecem as Normas Brasileiras, o iluminamento para essa situação está entre 150 e 250 lux (considerados ao final do período de manutenção do conjunto luminária/lâmpada).

Será calculado o nível de iluminamento (recomendado) para cada um dos módulos em função das dimensões de cada um, considerando o respectivo nível de iluminamento.

A natureza do trabalho a ser desenvolvido na área da Estação não exige um alto grau de reprodução de cores. Considerando o aspecto de ordem econômica para o projeto, portanto, poderemos adotar o emprego de lâmpadas de descarga, de baixo consumo, na busca de maior rendimento energético para o Projeto.

As luminárias serão instaladas diretamente nas paredes laterais e/ou no teto sob a laje. A distribuição dos circuitos será obtida mediante o emprego de condutores isolados, instalados em eletrodutos rígidos de PVC.

Os circuitos elétricos de alimentação das luminárias serão monofásicos, em 220V, derivados de sistema trifásico em 380V. Será adotado o sistema TN-S, a cinco (ou três) condutores (F-N-PE). Cada circuito monofásico deverá ser alimentado por uma das três fases, e deverá ser provida a alternância entre elas com o intuito de aumentar a confiabilidade da área a ser iluminada, no caso de contingência de perda de uma das fases.

PREMISSAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO

A) ÁREA 1 - SALA DAS BOMBAS DA EB-02

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária:projektor circular aberto
- comando de operação liga/desliga:em grupo, por interruptor
- tipo de circuito:circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária:fixada por tirante sob o teto de kaletão

- tensão de alimentação da lâmpada:....220 Volts
- nível de iluminamento desejado:250 lux
- altura de montagem da luminária:4,95 m
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 1

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Multivapores Metálicos 150 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada:..... 11.400 lumens
- Consumo do reator:..... 16 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 15,85 m
- Largura da edificação..... 7,00 m
- Pé direito 5,45 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária.. 0,50 m
- Altura de montagem..... 4,95 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local..... 110,95 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada..... 110,95 m²
- Número de lâmpadas/luminária.....1 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 11.400 lumens
- Potência da lâmpada 150 watts
- Consumo do acessório 16 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,98$

$\eta = 0,45$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 7,72$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **8 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **Emédio = 285 lux**

B) ÁREA 2 - SALA DE QUÍMICA - SALA DE ADMINISTRAÇÃO E CONTROLE

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada sob o teto de concreto
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: 250 lux
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum 40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 2.700 lumens
- Consumo do reator: 10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 4,00 m
- Largura da edificação 3,20 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária.. 0,20 m
- Altura de montagem 2,60 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local 12,80 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 12,80 m²
- Número de lâmpadas/luminária 2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,68$

$\eta = 0,20$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 4,23$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **4 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times F_d \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **Emédio = 260 lux**

C) ÁREA 3 - CASA DE QUÍMICA - LABORATÓRIO

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada por tirante sob o teto de kaletão
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts
- nível de iluminação desejado: 250 lux
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum 40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 2.700 lumens
- Consumo do reator: 10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

PREMISSAS DO PROJETO

- Comprimento da edificação 3,15 m
- Largura da edificação..... 2,35 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária.. 0,20 m
- Altura de montagem..... 2,60 m
- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local..... 7,40 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada..... 7,40 m²
- Número de lâmpadas/luminária.....2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório..... 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,52$

$\eta = 0,15$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 3,26$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **4 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times F_u \times F_d \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **$E_{\text{médio}} = 337 \text{ lux}$**

D) ÁREA 4 - CASA DE QUÍMICA - SALA DOS EQUIPAMENTOS

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada por tirante sob o teto de kaletão
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts

- nível de iluminamento desejado:250 lux
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária:2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada:.....2.700 lumens
- Consumo do reator:..... 10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 6,45 m
- Largura da edificação..... 5,00 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária.. 0,20 m
- Altura de montagem..... 2,60 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 250 lux
- Área do local..... 32,25 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada..... 32,25 m²
- Número de lâmpadas/luminária.....2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 1,08$

$$\eta = 0,27$$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 7,90$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **8 luminárias**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times n \times \Phi \times f \times 1,1}{S}$$

Iluminância média calculada: **Emédio = 278 lux**

E) ÁREA 5 - CASA DE QUÍMICA - BANHEIRO

TIPO DE LUMINÁRIA A SER USADA

- tipo de luminária: fluorescente aberta
- comando de operação liga/desliga: em grupo, por interruptor
- tipo de circuito: circuito monofásico, a três condutores
- montagem da luminária: fixada por tirante sob o teto de caletão
- tensão de alimentação da lâmpada: 220 Volts
- nível de iluminamento desejado: 150 lux
- número de luminárias por ponto: 1
- número de lâmpadas/luminária: 2

TIPO DE LÂMPADA A SER USADA

- Fluorescente comum 40 Watts
- Fluxo luminoso da lâmpada: 2.700 lumens
- Consumo do reator: 10 Watts

DIMENSÕES DO AMBIENTE

- Comprimento da edificação 2,00 m
- Largura da edificação 1,35 m
- Pé direito 2,80 m
- Altura do plano de trabalho 0,00 m
- Altura de suspensão da luminária .. 0,20 m
- Altura de montagem 2,60 m

PREMISSAS DO PROJETO

- Iluminamento para o local 150 lux
- Área do local 2,70 m²
- Área EFETIVA a ser iluminada 2,70 m²
- Número de lâmpadas/luminária 2 ud
- Fluxo lum. da lâmpada 2.700 lumens
- Potência da lâmpada 40 watts
- Consumo do acessório 10 watts

As condições do ambiente são:

Ambiente NORMAL

Período de manutenção de 3000h

condições:	teto	parede	piso
pintura	claro	claro	escuro
refletâncias:	70%	50%	10%

Fator de Depreciação $F_d = 0,70$

Índice do recinto $K = (C \times L) / [H_m \times (C + L)]$ $K = 0,31$

$\eta = 0,27$

O número de luminárias necessário será:

$$N = \frac{E_m \times S}{n \times \Phi \times F_u \times F_d}$$

$N = 0,40$ ou em inteiros

FACE À ARQUITETURA DO AMBIENTE, USAREMOS: **1 luminária**

Com a quantidade de luminárias acima, a Iluminância média será:

$$E_{\text{médio}} = \frac{N \times n \times \Phi \times \eta \times F_u \times F_d \times 1,1}{S}$$

Iluminancia média calculada: **$E_{\text{médio}} = 416 \text{ lux}$**

F) RESUMO QUALI-QUANTITATIVO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERNA DA ELEVATÓRIA

ÁREA	LUMINÁRIA TIPO	LÂMPADA	QUANT.	POT. (W)	CONSUMO TOTAL
ÁREA 1:	projektor circular aberto	Multivapores Metálicos	8	150	1328 Watts
ÁREA 2:	fluorescente aberta	fluorescente comum	4	40	200 Watts
ÁREA 3:	fluorescente aberta	fluorescente comum	4	40	200 Watts
ÁREA 4:	fluorescente aberta	fluorescente comum	8	40	400 Watts
ÁREA 5:	fluorescente aberta	fluorescente comum	1	40	50 Watts

ÁREA	TOMADA TIPO		CONSUMO TOTAL
	1Φ-10A	3Φ-16A	
ÁREA 1:	4	4	50.922 Watts
ÁREA 2:	2	0	4.400 Watts
ÁREA 3:	1	0	2.200 Watts
ÁREA 4:	1	1	12.731 Watts
ÁREA 5:	1	0	2.200 Watts

- Fator de demanda lâmpadas:..... 1
- Fator de demanda tomadas:..... 0,3
- Demanda TOTAL a ser considerada: 23.914 Watts
- Corrente máxima no alimentador: 36,33 A
- Seção condutor do alimentador tronco:..... 6 mm²
- Seção do condutor do ramal lâmpada:..... 2,5 mm²
- Seção do condutor do ramal tomada:..... 4 mm²

- Disjuntor Geral iluminação, trifásico:50 A
- Disjuntor tomadas, trifásico:20 A
- Disjuntor ramais monofásico:10 A

8.3.2.3 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Dados do projeto:

- EDIFICAÇÃO
- Altura da Instalação em relação ao piso..... 4,25 m
- Comprimento da Plataforma..... 15,00 m
- Largura da Plataforma..... 12,00 m

Embora não tenhamos dados quali-quantitativos mais precisos quanto ao índice ceraunico da região onde será implantada a Estação Elevatória de Água (na localidade de CAMALAÚ, no Estado da Paraíba), trabalharemos com os dados disponíveis para a região Nordeste do Brasil que situa a referida região dentro das curvas isocerânicas de 50-60 dias/trovoada/ano, o que a qualifica como região no início da faixa dos níveis ceraunicos altos. Para efeito desta análise, consideraremos o nível ceraunico com valor médio de 55.

Para determinação da densidade de queda de raios na região sob estudo, adotaremos as orientações das normas internacionais (IEC principalmente) as quais recomendam para países que não disponham de registro confiável da densidade de queda de raios, que se adote a equação: $N_g = 0,04 \times I^{1,25}$ como determinante da densidade procurada. No presente caso, teremos:

$$I = 55 \quad N_g = 5,9912 \quad \text{ou} \quad N_g = 6 \text{ raios/km}^2/\text{ano}$$

O conjunto das instalações da Estação Elevatória é constituído de uma área para a edificação principal (Casa de Bombas) e Poço de Sucção com dimensões conforme mostrado em planta.

Os equipamentos ali instalados e que necessitam de proteção, são equipamentos hidráulicos formados por bombas e motores elétricos e seus respectivos dispositivos de acionamento e controle, onde encontram-se a presença de componentes de eletrônica de estado sólido baseado em sistemas micro-processados, portanto, susceptíveis à influência dos campos eletromagnéticos resultantes das descargas atmosféricas.

Para efeito de cálculo da probabilidade de queda de raios nessas estruturas, tomamos como padrão de edificações a serem protegidas, o conjunto de maior altura (reservatório), bem como, a área de ocupação das demais instalações no plano horizontal.

A edificação objeto deste estudo, tem as seguintes características:

- Forma geométrica: retangular
- Altura da Edificação em relação ao solo 4,25 m
- Comprimento da Edificação 15,00 m
- Largura da Edificação..... 12,00 m
- A área de captação desse conjunto será: $A_a = ab + 2(a+b) + \pi h^2$

$$a \times b = 180,00 \text{ m}^2$$

$$2(a+b) = 54,00 \text{ m}$$

$$\pi h^2 = 56,75$$

$$A_a = 290,75 \text{ m}^2$$

A probabilidade de queda de raios nessa área será determinada por:

$$P = A_a \cdot N_g \cdot 10^{-6} \text{ raios/ano}$$

Para o caso em questão teremos: **$P = 1.744 \times 10^{-6}$ raios/ano**

A NBR-5419 considera esse método como válido para o cálculo da probabilidade de queda de raios sobre determinada estrutura, e estabelece um número (P_0) a partir do qual a proteção torna-se obrigatória, sendo: $P_0 = P.A.B.C.D.E$

- $P_0 < 10^{-5}$ proteção desnecessária
- $P_0 > 10^{-3}$ proteção obrigatória

Onde teremos para os fatores de ponderação:

FATOR	QUALIFICAÇÃO		VALOR
A	Ocupação	Instalação Industrial	1
B	Material de Construção	Alvenaria	1
C	Conteúdo	Instalações Elétricas	1
D	Localização	Semi-isolada	1
E	Topografia	Planície	1

Calculando: $P_0 = P_x A_x B_x C_x D_x E$ ou

$$P_0 = 1.744,47 \times 10^{-6}$$

$$P_0 = 1,74 \times 10^{-3}$$

CONCLUSÃO: **PROTEÇÃO OBRIGATÓRIA**

Resultado que torna obrigatória a proteção contra descargas atmosféricas.

Com base no exposto acima, será aplicada a proteção, e o método a ser adotado neste estudo será o do modelo eletrogeométrico.

A NBR-5419 classifica as instalações acima dentro de nível de proteção "**tipo III**" e define como raio padrão para a esfera fictícia o valor de 45m, com isso, o volume de proteção para a estrutura considerada acha-se conforme desenvolvimento gráfico.

O alcance da proteção de um captor de altura útil de 9,60m (em relação ao solo) e instalado no topo de um poste implantado lateralmente à Edificação e a uma distância eqüidistante no sentido longitudinal da mesma, (retângulo de 15x12m) será:

$$\text{Alcance da proteção} = R \cdot \cos[\arcsin(R-h)/R]$$

sendo:

$$R = \dots\dots\dots 45$$

$$h = \dots\dots\dots 9,6$$

$$(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7867$$

$$\sin(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7080$$

$$\arcsin(R-h)/R = \dots\dots\dots 0,7867 \text{ radianos}$$

$$\arcsin(R-h)/R = \dots\dots\dots 51,88 \text{ graus}$$

$$\cos[\arcsin(R-h)/R] = \dots\dots\dots 0,7062$$

$$R \cdot \cos[\arcsin(R-h)/R] = \dots\dots\dots 31,78$$

Alcance da proteção = 31,78 m

Conforme mostrado na parte gráfica, serão empregados dois captosres (dois postes DT-10/150), posicionados lateralmente à edificação que abrigará a sala de bombas e a casa

de comando, escritório, etc.. A necessidade de dois capttores deve-se ao alcance da proteção na área de cobertura da referida edificação conforme está demonstrado no desenho correspondente à área estabelecida pela interceptação do plano de cobertura da edificação com a área definida pelo cone esférico correspondente ao método eletro-geométrico.

O sistema será complementado pela execução de um anel de escoamento, formado por cabo de cobre nu de 50 mm², enterrado a 1,00m abaixo da superfície do solo e conectado a quatro hastes de terra de 2,40mx5/8". A esse anel deverão ser conectadas as descidas (duas por captor) dos capttores instalados no topo dos postes.

Os elementos constituintes do sistema de proteção serão: os capttores, o sistema de descida e o sistema de aterramento propriamente dito.

Como capttores utilizaremos hastes de terra de comprimento de 2,40m com diâmetro de 5/8".

Considerando que as edificações são em alvenaria, não teremos componentes naturais para serem empregados como integrantes do sistema de descida, neste caso utilizaremos a descida por meio de cabos de cobre nu fixados diretamente na face lateral do poste que suporta o captor.

Serão empregados no SPDA: Dois postes de concreto DT-150/10 para instalação do captor (constituído por uma haste de terra de 5/8"x 2,40m); cabos de cobre nu de t mpera mole de se    50 mm² como cabos de descida e para o cabo de forma    do anel de escoamento na base da Edifica   ) e como eletrodos de escoamento s    usadas quatro hastes de terra de 5/8"x 2,40m.

O desenvolvimento gr  fico mostra o volume de prote    da Edifica    a ser protegida.

O m  todo oferece portanto o grau de prote    desejado.

8.3.2.4 C  culo da Malha de Terra

TIPO DO SOLO: ARGILO-ARENOSO

ESTA    ELEVAT  RIA: EB-02/ETA

SUBESTA    PRINCIPAL 13.800-380Volts 225 kVA

CÁLCULO DA MALHA DE TERRA DA SUBESTAÇÃO

OBS: Valores de: seção x diâmetro dos condutores:	seção (mm ²)	diâm. (mm)
	35	6,68

PARÂMETROS INICIAIS RELATIVOS AO SISTEMA EM ESTUDO

Corrente de defeito, I _{cc} (fase-terra), considerada:	I _{def} =	10.000 A
Tempo para eliminação do defeito (em segundos)	t _{def} =	0,5 segundos
Para o tipo de solo, a resistividade varia de:		50 - 200 Ω.m
Consideraremos para o cálculo a resistividade aparente de:		180 Ω.m

DIMENSIONAMENTO TÉRMICO DO CONDUTOR DA MALHA E CABOS DE LIGAÇÃO

Método de Onderdonk (válido somente para o dimensionamento térmico para cabo de cobre)

$$I_{\text{defeito}} = 226,53 \times S_{\text{cobre}} \times \sqrt{\frac{1}{t_{\text{defeito}}} \ln \left(\frac{\theta_m - \theta_a}{234 + \theta_a} + 1 \right)}$$

Fórmula de Onderdonk:
onde:

I _{def.}	= corrente de defeito, em Ampère, através do condutor
S _{cobre}	= seção do condutor de cobre da malha de terra mm ²
T _{def.}	= tempo de duração do defeito em segundos
T _{emp.sold.}	= temperatura da solda (pelo tipo de solda/conexão)
T _{emp. amb}	= temperatura ambiente da instalação

Máxima temperatura suportada pelos vários tipos de conexão: T_{emp.solda}

Tipo de conexão	Temp.max. suportável
Cavilhada (conexão por aperto de parafuso)	250 graus Celsius
Solda exotérmica	850 graus Celsius

Para o presente caso temos:

A premissa de cálculo será para a temperatura suportável das conexões cavilhadas/a parafuso, em face de ser este o ponto mais fraco na cadeia do sistema de aterramento, e por ser um tipo de conexão que estará presente nos principais pontos de ligação dos equipamentos ao sistema de aterramento.

Considerando as observações acima, teremos:

Idefeito no ponto considerado:	I _{defeito} =	10.000 A
Idefeito no cabo de ligação dos equipamentos/malha:	I _{def.} =	10.000 A
Percentual da corrente de defeito na malha:		60 %
Idefeito nos cabos da malha:	I _{def. Malha} =	6.000 A
Tempo de duração do defeito (seg)	t _{duração} =	0,5
Temp. ambiente (graus Celsius)	θ _a =	35
Temp. solda (graus Celsius) conexão cavilhada	θ _m =	250
cálculo: (Temp.sol.-Temp.amb)/(234+Temp.amb)		0,80
cálculo: log. Nepereriano		0,59
cálculo: radical		1,08
cálculo:		245,53
cálculo da seção do condutor de cobre (cabo ligação):		40,73 mm ²
cálculo da seção do condutor de cobre (cabo da malha):		24,44 mm ²

Donde se conclui que o condutor a ser usado para a malha de terra e descida dos equipamentos, quanto ao dimensionamento térmico poderá ser o de seção, igual ou maior que, a acima calculada. Entretanto por razões de ordem de resistência mecânica aos esforços sobre a malha, será inicialmente calculada a malha para o condutor de seção conforme a seguir:

Consideraremos inicialmente condutor de cobre nú:	35 mm ²
Diâmetro do condutor acima considerado (em mm):	6,68 mm
Diâmetro do condutor acima considerado (em m):	0,0067 m

CÁLCULO DA MALHA - CONDIÇÕES INICIAIS DO PROJETO

Foram considerados os seguintes determinantes para cálculo da malha e das tensões de passo e de toque

Resistividade aparente do solo em ohms.metro	180 ohms.metro
Espaçamento da malha:	2,40 m
Comprimento das hastes:	2,40 m
Corrente de defeito passante nos cabos da malha:	6.000 A
Geometria da malha:	retangular
Dimensão lado a (metros) (dimensão inicial)	9,60 m
Dimensão lado b (metros) (dimensão inicial)	7,20 m
Comprimento da haste de aterramento (metros):	2,40 m
Diâmetro da haste de aterramento (polegadas):	5/8"
Diâmetro da haste de aterramento (polegadas):	0,625 pol.
Profundidade da malha:	0,60 m
Camada superficial de brita:	0,10 m
Resistividade de brita:	3.000 Ω.m

Dimensões iniciais da malha	Valores
Espaçamento cond. lado a (metros)	2,40 m
Espaçamento cond. lado b (metros)	2,40 m
Número de condutores no lado Na	5,00
Número de condutores no lado Nb	4,00
Número de condutores no lado Na	5,00
Número de condutores no lado Nb	4,00
Número total de "nós" da malha: $n_a \times n_b =$	20,00 nós
Número de "nós" da periferia da malha: $2n_a + 2(n_b - 2) =$	14,00 nós
Comprimento total dos cabos da malha Lcabo (m)	74,40 m
Quantidade de hastes a ser usada (unid)	14,00 só na periferia
Comprimento da haste de aterramento (m)	2,40 m
Comprimento equivalentes das hastes "Lhastes" (m)	33,60 m
Comprimento total para malha com hastes (m)	122,70 m
Comprimento equivalente total "L total" (m)	122,70 m

CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DA MALHA

Resistividade aparente do solo (ohms.metro)	180,00 ohms.metro
Área da malha (m ²)	69,12 m ²
Profundidade da malha (metros)	0,60 m
R (equivalente) do Sistema de Aterramento	9,97 ohms

Resistência final da malha atende às Normas	ATENDE ÀS NORMAS
--	-------------------------

RESUMO DA MALHA - ALTERNATIVA FINAL

Subestação COM camada de brita de:	0,10 metros
Tempo de eliminação do defeito	0,50 segundos
Cabo de cobre nú seção em mm ²	35,00 mm ²
Comprimento do Lado A da malha	9,60 metros
Comprimento do Lado B da malha	7,20 metros
Geometria da malha: retângulo de:	9,60 x 7,20 metros
Comprimento total de cabo (em metros)	74,40 metros
Quantidade de hastes	14 unidades
Comprimento das hastes de aterramento	2,40 m
Diâmetro das hastes de aterramento	5/8"
Espaçamento entre as hastes (em metros)	2,40 metros
Profundidade da malha em metros (exceto periferia)	0,60 metros
Profundidade da malha na periferia (em metros)	1 metro
Fazer os cantos arredondados na periferia	
Usar hastes na periferia e na DESCIDA de todos os equipamentos principais, tipo PÁRA-RAIOS, LÂMINA DE TERRA, DISJUNTOR, TRANSFORMADOR, ESTRUTURAS METÁLICAS, SUPORTES DE ISOLADORES, etc..	

9. Quantitativos e Custos



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/5

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
I	ADUTORA EB FLUTUANTE A EB 2	
1	OBRAS CIVIS	988.493,49
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	114.760,50
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	184.525,68
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	2.118.724,04
	SUBTOTAL I	3.406.503,71
II	ADUTORA DE DERIVAÇÃO PARA CAMALAÚ	
1	OBRAS CIVIS	64.920,49
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	1.676,42
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	3.895,29
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	24.182,35
	SUBTOTAL II	94.674,55
III	ADUTORA EB 2 A SÃO JOÃO DO TIGRE	
1	OBRAS CIVIS	3.473,27
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	436,86
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	492,92
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	3.688,90
	SUBTOTAL III	8.091,95
IV	ADUTORA EB 2 A CACIMBINHA	
1	OBRAS CIVIS	804.821,25
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	73.418,85
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	138.177,20
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	1.355.275,18
	SUBTOTAL IV	2.371.692,49
V	ADUTORA EB 2 A ZABELÊ	
1	OBRAS CIVIS	1.051.684,38
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	88.821,95
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	309.289,10
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	2.667.018,79
	SUBTOTAL V	4.116.814,22



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/5

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
VI	ADUTORA DE DERIVAÇÃO PARA SÃO SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO	
1	OBRAS CIVIS	2.770,71
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	306,49
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	1.322,74
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES	2.033,71
	SUBTOTAL VI	6.433,65
VII	TANQUE DE AMORTECIMENTO UNIDIRECIONAL - TAU 1	
1	OBRAS CIVIS	70.936,72
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	23.958,05
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	10.299,02
	SUBTOTAL VII	105.193,79
VIII	TANQUE DE AMORTECIMENTO UNIDIRECIONAL - TAU 2	
1	OBRAS CIVIS	72.240,78
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	21.722,08
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	10.155,91
	SUBTOTAL VIII	104.118,78
IX	STAND - PIPE 1	
1	OBRAS CIVIS	63.349,48
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	16.181,25
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	979,81
	SUBTOTAL IX	80.510,53
X	STAND - PIPE 2	
1	OBRAS CIVIS	30.021,47
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	11.804,01
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	979,81
	SUBTOTAL X	42.805,29
XI	RESERVATÓRIO DE CACIMBINHA CAP. 100 m³	
1	OBRAS CIVIS	95.371,23
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	26.590,14
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	31.755,42
	SUBTOTAL XI	153.716,79



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

3/5

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
XII	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB FLUTUANTE	
1	OBRAS CIVIS	31.173,54
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO	93.967,67
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	62.780,47
4	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	260.153,91
	SUBTOTAL XII	448.075,59
XIII	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB 1	
1	OBRAS CIVIS	173.892,06
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO	87.988,82
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	34.769,79
4	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	51.821,46
	SUBTOTAL XIII	348.472,14
XIV	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB 2	
1	OBRAS CIVIS	203.859,92
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	47.089,45
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	109.612,70
	SUBTOTAL XIV	360.562,07
XV	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	
1	OBRAS CIVIS	75.007,12
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	71.857,25
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	364.386,06
	SUBTOTAL XV	511.250,43
XVI	CENTRO DE PRODUÇÃO	
1	OBRAS CIVIS	144.929,11
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO	162.559,04
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	20.553,78
4	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	3.105,53
	SUBTOTAL XVI	331.147,45
XVII	LAGOAS DE LODO	
1	OBRAS CIVIS	33.797,71
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	886,15
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	4.280,00
	SUBTOTAL XVII	38.963,86



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

4/5

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
XVIII	CASA DE QUÍMICA	
1	OBRAS CIVIS	51.410,52
2	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	64.194,00
	SUBTOTAL XVIII	115.604,52
XIX	CAIXA DE VÁLVULA DE BLOQUEIO (9 UNIDADES)	
1	OBRAS CIVIS	12.795,21
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	6.904,32
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	11.290,03
	SUBTOTAL XIX	30.989,56
XX	ESTRUTURA DE CONTROLE - TIPO 1 (2 UNIDADES)	
1	OBRAS CIVIS	9.802,58
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	10.151,44
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	13.346,80
	SUBTOTAL XX	33.300,83
XXI	ESTRUTURA DE CONTROLE - TIPO 2 (3 UNIDADES)	
1	OBRAS CIVIS	16.485,02
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	13.818,68
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	16.217,79
	SUBTOTAL XXI	46.521,49
XXII	ESTRUTURA DE CONTROLE - TIPO 3 (1 UNIDADE)	
1	OBRAS CIVIS	5.421,41
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	4.296,05
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	13.935,99
	SUBTOTAL XXII	23.653,46
XXIII	ESTRUTURA DE CONTROLE - TIPO 4 (1 UNIDADE)	
1	OBRAS CIVIS	3.144,49
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	2.147,99
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	2.307,83
	SUBTOTAL XXIII	7.600,31



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

5/5

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: RESUMO

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
		TOTAL
XXIV	CAIXA DE MEDIÇÃO (2 UNIDADES)	
1	OBRAS CIVIS	6.028,11
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS	2.513,73
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS	26.803,20
	SUBTOTAL XXIV	35.345,05
XXV	SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE - FORNECIMENTO E MONTAGEM	
1	ESTAÇÃO EB FLUTUANTE	30.107,75
2	ESTAÇÃO EB 1	32.161,76
3	ESTAÇÃO EB 2/1 (P/ SÃO JOÃO DO TIGRE)	30.726,34
4	ESTAÇÃO EB 2/2 (P/ SÃO SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO E ZABELÊ)	30.825,08
5	ESTAÇÃO EB 2/3 (P/ CACIMBINHA)	26.754,46
6	RESERVATÓRIOS DAS CIDADES (São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê, Cacimbinha, Caixa de mistura rápida da ETA de São João do Tigre- Câmara de Amortecimento e Câmara de Amortecimento da ETA de Camalaú)	131.718,31
7	CENTRAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE (a ser instalada na ETA de São João do Tigre)	57.386,56
8	COMUNICAÇÃO DE VOZ	8.078,40
9	SERVIÇOS DE ENGENHARIA	26.830,00
10	MATERIAIS DE MONTAGEM	9.873,60
11	START - UP E MONTAGEM	34.034,00
	SUBTOTAL XXV	418.496,26
XXVI	IMPLANTAÇÃO DE CHAFARIZES	300.000,00
XXVII	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO	135.405,39
XXVIII	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	5.416,22
XXIX	LICENÇAS E TAXAS	27.081,08
XXX	PROJETO EXECUTIVO E SUPERVISÃO DE OBRAS	677.026,94
	TOTAL GERAL	14.385.468,36



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Adutora EB Flutuante a EB 2

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza mecanizada	m²	26.566,00	0,30	7.969,80
1.1.2	Locação e nivelamento (ADUTORA)	m	26.566,00	0,55	14.611,30
1.1.3	Cadastro técnico conforme norma da CAGEPA	m	26.566,00	0,49	13.017,34
1.1.4	Sinalização aberta sem iluminação	m	6.641,50	1,70	11.290,55
1.1.5	Sinalização aberta com iluminação	m	6.641,50	2,21	14.677,72
1.1.6	Placa da obra	m²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m³	6.677,26	3,46	23.103,32
1.2.2	Escavação mecânica em piçarro até 2,00 m	m³	1.637,00	4,08	6.678,96
1.2.3	Escavação mecânica em rocha branda até 2,00 m	m³	3.994,00	14,87	59.390,78
1.2.4	Escavação manual em terra até 2,00 m	m³	1.178,34	11,10	13.079,57
1.2.5	Escavação em piçarro até 2,00 m	m³	288,80	18,29	5.282,15
1.2.6	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m³	704,10	57,03	40.154,82
1.2.7	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m³	2.830,20	70,12	198.453,62
1.2.8	Colchão de areia p/assentamento de tubos com 10cm de espessura	m³	1.337,56	24,87	33.265,12
1.2.9	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m³	7.773,50	7,83	60.866,51
1.2.10	Reaterro de valas com material de empréstimo	m³	7.056,85	22,85	161.249,02
1.2.11	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m³	12.948,93	8,58	111.101,82
1.3	Execução de Blocos de Ancoragem				
1.3.1	Execução de blocos de ancoragem moldados no local em concreto simples	m³	44,50	302,26	13.450,57
1.3.2	Execução de blocos de apoio moldados no local em concreto simples	m³	16,50	302,26	4.987,29
1.3.3	Braçadeira barra 2"x 3/16" aço ASTM A36	un	56,00	10,00	560,00
1.4	Caixas				
1.4.1	Caixa em alvenaria para abrigo de registros DN 100 inclusive escavação, reaterro apiloado e bota-fora de material	un	71,00	700,00	49.700,00
1.4.2	Caixa de Alvenaria para abrigo de ventosa DN 100 inclusive escavação reaterro apiloado e bota-fora de material	un	73,00	700,00	51.100,00
1.5	Assentamento das Tubulações				
1.5.1	Assentamento de Tubos F°F° classe K7e PN 16 DN 200	m	279,25	2,92	815,41
1.5.2	Assentamento de Tubos PRFV cl.16 e 12 DN 200	m	12.450,00	2,92	36.354,00
1.5.3	Assentamento de Tubos PVC DEF°F° 1MPa DN 200	m	13.776,60	2,73	37.610,12



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Adutora EB Flutuante a EB 2

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.6	Serviços Diversos				
1.6.1	Limpeza e teste de estanqueidade	m	26.566,00	0,47	12.486,02
1.6.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	7.000,00	7.000,00
	SUBTOTAL 1				988.493,49
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 11° com bolsas F°F° DN 200	un	103,00	354,30	36.492,44
2.2	Curva 22° com bolsas F°F° DN 200	un	62,00	215,09	13.335,67
2.3	Curva 22° com bolsas F°F° DN 150	un	1,00	189,80	189,80
2.4	Curva 45° com bolsas F°F° DN 200	un	20,00	238,56	4.771,26
2.5	Curva 90° com bolsas F°F° DN 200	un	3,00	299,73	899,18
2.6	Tê com bolsas F°F° DN 200 x 150	un	1,00	440,95	440,95
2.7	Tê com bolsas e flange F°F° PN 10/16 DN 200 x 100	un	144,00	346,27	49.863,53
2.8	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	217,00	4,73	1.026,84
2.9	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	1.736,00	4,46	7.740,82
	SUBTOTAL 2				114.760,50
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Ventosa tríplice função PN 10/16 DN 100	un	73,00	1.370,25	100.027,92
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 100	un	144,00	586,79	84.497,76
	SUBTOTAL 3				184.525,68
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES				
4.1	Tubo F°F° classe K7 DN 200	m	639,00	168,79	107.858,09
4.2	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L=5,80m	un	12,00	1.593,72	19.124,59
4.3	Tubo PRFV cl.16 DN 200	m	12.180,00	81,62	994.131,60
4.4	Tubo PRFV cl.12 DN 200	m	893,00	71,36	63.720,85
4.5	Tubo PVC DEF°F° 1MPa DN 200	m	14.466,00	57,62	833.530,92
4.6	Tunnel Liner, circular, galvanizado, esp. 2,20mm, diâmetro 1,20m, inclusive instalação	m	100,00	1.003,58	100.358,00
	SUBTOTAL 4				2.118.724,04
	TOTAL GERAL				3.406.503,71



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2


SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Adutora de Derivação para Camalaú

DATA
DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza mecanizada	m ²	1.347,00	0,30	404,10
1.1.2	Locação e nivelamento (ADUTORA)	m	1.347,00	0,55	740,85
1.1.3	Cadastro técnico conforme norma da CAGEPA	m	1.347,00	0,49	660,03
1.1.4	Sinalização aberta sem iluminação	m	336,50	1,70	572,05
1.1.5	Sinalização aberta com iluminação	m	337,00	2,21	744,77
1.1.6	Placa da obra	m ²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m ³	169,75	3,46	587,34
1.2.2	Escavação mecânica em piçarro até 2,00 m	m ³	113,15	4,08	461,65
1.2.3	Escavação mecânica em rocha branda até 2,00 m	m ³	226,30	14,87	3.365,08
1.2.4	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	72,75	11,10	807,53
1.2.5	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	48,50	18,29	887,07
1.2.6	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	97,00	57,03	5.531,91
1.2.7	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	121,25	70,12	8.502,05
1.2.8	Colchão de areia p/assentamento de tubos com 10cm de espessura	m ³	80,85	24,87	2.010,74
1.2.9	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	242,50	7,83	1.898,78
1.2.10	Reaterro de valas com material de empréstimo	m ³	501,55	22,85	11.460,42
1.2.11	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	921,35	8,58	7.905,18
1.3	Execução de Blocos de Ancoragem				
1.3.1	Execução de blocos de ancoragem moldados no local em concreto simples	m ³	4,30	302,26	1.299,72
1.4	Caixas				
1.4.1	Caixa em alvenaria para abrigo de registros DN 80 inclusive escavação, reaterro apiloado e bota-fora de material	un	2,00	700,00	1.400,00
1.4.2	Caixa de Alvenaria para abrigo de ventosa DN 80 inclusive escavação reaterro apiloado e bota-fora de material	un	1,00	700,00	700,00
1.5	Pavimentação				
1.5.1	Retirada e reposição de pavimento em paralelepípedos	m ²	650,00	17,81	11.576,50
1.6	Assentamento das Tubulações				
1.6.1	Assentamento de Tubos PVC DEFºFº 1MPa DN 100	m	1.347,00	1,51	2.033,97
1.7	Serviços Diversos				
1.7.1	Limpeza e teste de estanqueidade	m	1.347,00	0,47	633,09
1.7.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	500,00	500,00
	SUBTOTAL 1				64.920,49

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Adutora de Derivação para Camalaú					2/2
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 22° com bolsas F°F° DN 150	un	1,00	189,80	189,80
2.2	Curva 45° com bolsas F°F° DN 150	un	1,00	173,53	173,53
2.3	Curva 90° com bolsas F°F° DN 150	un	2,00	196,77	393,55
2.4	Tê com bolsas e flange F°F° PN 10/16 DN 150 x 80	un	3,00	241,42	724,25
2.5	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	5,00	3,39	16,93
2.6	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	40,00	4,46	178,36
	SUBTOTAL 2				1.676,42
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Ventosa tríplice função PN 10/16 DN 80	un	2,00	1.208,21	2.416,43
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 80	un	3,00	492,95	1.478,86
	SUBTOTAL 3				3.895,29
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES				
4.1	Tubo PVC DEF°F° 1MPa DN 100	m	1.415,00	17,09	24.182,35
	SUBTOTAL 4				24.182,35
	TOTAL GERAL				94.674,55




ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Adutora EB 2 a São João do Tigre****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza mecanizada	m ²	91,00	0,30	27,30
1.1.2	Locação e nivelamento (ADUTORA)	m	91,00	0,55	50,05
1.1.3	Cadastro técnico conforme norma da CAGEPA	m	91,00	0,49	44,59
1.1.4	Sinalização aberta sem iluminação	m	22,50	1,70	38,25
1.1.5	Sinalização aberta com iluminação	m	23,00	2,21	50,83
1.1.6	Placa da obra	m ²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m ³	19,00	3,46	65,74
1.2.2	Escavação mecânica em piçarro até 2,00 m	m ³	3,80	4,08	15,50
1.2.3	Escavação mecânica em rocha branda até 2,00 m	m ³	14,25	14,87	211,90
1.2.4	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	8,15	11,10	90,47
1.2.5	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	1,65	18,29	30,18
1.2.6	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	6,10	57,03	347,88
1.2.7	Colchão de areia p/assentamento de tubos com 10cm de espessura	m ³	5,45	24,87	135,54
1.2.8	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	27,15	7,83	212,58
1.2.9	Reaterro de valas com material de empréstimo	m ³	19,95	22,85	455,86
1.2.10	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	39,60	8,58	339,77
1.3	Execução de Blocos de Ancoragem				
1.3.1	Execução de blocos de ancoragem moldados no local em concreto simples	m ³	0,15	302,26	45,34
1.4	Caixas				
1.4.1	Caixa em alvenaria para abrigo de registros DN 80 inclusive escavação, reaterro apiloado e bota-fora de material	un	1,00	700,00	700,00
1.5	Assentamento das Tubulações				
1.5.1	Assentamento de Tubos PRFV cl.6 DN 80	m	91,00	1,44	131,04
1.6	Serviços Diversos				
1.6.1	Limpeza e teste de estanqueidade	m	91,00	0,47	42,77
1.6.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	200,00	200,00
	SUBTOTAL 1				3.473,27
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 11° com bolsas F°F° DN 80	un	1,00	84,09	84,09
2.2	Curva 22° com bolsas F°F° DN 80	un	1,00	79,97	79,97
2.3	Curva 45° com bolsas F°F° DN 80	un	1,00	83,90	83,90

PROJETEC 					ESTIMATIVA DE CUSTO		FOLHA	
							2/2	
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Adutora EB 2 a São João do Tigre							DATA DEZ/2005	
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)				
				UNITÁRIO	TOTAL			
2.4	Tê com bolsas e flange F°F° PN 10/16 DN 80 x 80	un	1,00	149,84	149,84			
2.5	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	1,00	3,39	3,39			
2.6	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	8,00	4,46	35,67			
	SUBTOTAL 2				436,86			
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS							
3.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 80	un	1,00	492,92	492,92			
	SUBTOTAL 3				492,92			
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES							
4.1	Tubo PRFV cl.6 DN 80	m	95,00	38,83	3.688,90			
	SUBTOTAL 4				3.688,90			
	TOTAL GERAL				8.091,95			



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Adutora EB 2 a Cacimbinha

DATA
DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza mecanizada	m²	27.560,00	0,30	8.268,00
1.1.2	Locação e nivelamento (ADUTORA)	m	27.560,00	0,55	15.158,00
1.1.3	Cadastro técnico conforme norma da CAGEPA	m	27.560,00	0,49	13.504,40
1.1.4	Sinalização aberta sem iluminação	m	6.890,00	1,70	11.713,00
1.1.5	Sinalização aberta com iluminação	m	6.890,00	2,21	15.226,90
1.1.6	Placa da obra	m²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m³	7.993,23	3,46	27.656,58
1.2.2	Escavação mecânica em piçarro até 2,00 m	m³	3.057,45	4,08	12.474,40
1.2.3	Escavação mecânica em rocha branda até 2,00 m	m³	2.504,10	14,87	37.235,97
1.2.4	Escavação manual em terra até 2,00 m	m³	1.410,57	11,10	15.657,33
1.2.5	Escavação em piçarro até 2,00 m	m³	539,55	18,29	9.868,37
1.2.6	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m³	441,90	57,03	25.201,56
1.2.7	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m³	1.381,50	70,12	96.870,78
1.2.8	Colchão de areia p/assentamento de tubos com 10cm de espessura	m³	1.402,76	24,87	34.886,52
1.2.9	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m³	9.068,55	7,83	71.006,75
1.2.10	Reaterro de valas com material de empréstimo	m³	5.788,40	22,85	132.264,94
1.2.11	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m³	10.777,20	8,58	92.468,38
1.3	Execução de Blocos de Ancoragem				
1.3.1	Execução de blocos de ancoragem moldados no local em concreto simples	m³	33,30	302,26	10.065,26
1.3.2	Braçadeira barra 2"x 3/16" aço ASTM A36	un	2,00	10,00	20,00
1.4	Caixas				
1.4.1	Caixa em alvenaria para abrigo de registros DN 80 inclusive escavação, reaterro apiloado e bota-fora de material	un	56,00	700,00	39.200,00
1.4.2	Caixa de Alvenaria para abrigo de ventosa DN 80 inclusive escavação reaterro apiloado e bota-fora de material	un	65,00	700,00	45.500,00
1.5	Pavimentação				
1.5.1	Retirada e reposição de pavimento em paralelepípedos	m²	700,00	17,81	12.467,00
1.6	Assentamento das Tubulações				
1.6.1	Assentamento de Tubos FºFº classe K7 DN 150	m	20,00	2,29	45,80
1.6.2	Assentamento de Tubos PRFV cl.16 DN 150	m	14.054,50	2,29	32.184,81
1.6.3	Assentamento de Tubos PVC DEFºFº 1MPa DN 150	m	13.505,20	2,05	27.685,66



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2


SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Adutora EB 2 a Cacimbinha

DATA
DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.7	Serviços Diversos				
1.7.1	Limpeza e teste de estanqueidade	m	27.560,00	0,47	12.953,20
1.7.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	5.000,00	5.000,00
	SUBTOTAL 1				804.821,25
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 11° com bolsas F°F° DN 150	un	133,00	180,36	23.988,15
2.2	Curva 22° com bolsas F°F° DN 150	un	56,00	189,80	10.628,80
2.3	Curva 45° com bolsas F°F° DN 150	un	10,00	173,53	1.735,31
2.4	Curva 90° com bolsas F°F° DN 150	un	3,00	196,77	590,32
2.5	Tê com bolsas e flange F°F° PN 10/16 DN 150 x 80	un	121,00	241,42	29.211,40
2.6	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	186,00	3,39	629,89
2.7	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	1.488,00	4,46	6.634,99
	SUBTOTAL 2				73.418,85
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Ventosa triplice função PN 10/16 DN 80	un	65,00	1.208,21	78.533,88
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 80	un	121,00	492,92	59.643,32
	SUBTOTAL 3				138.177,20
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES				
4.1	Tubo F°F° classe K7 DN 150	m	101,00	133,63	13.496,98
4.2	Tubo PRFV cl.16 DN 150	m	14.758,00	53,00	782.174,00
4.3	Tubo PVC DEF°F° 1MPa DN 150	m	14.181,00	33,80	479.317,80
4.4	Tunnel Liner, circular, galvanizado, esp. 2,20mm, diâmetro 1,20m, inclusive instalação	m	80,00	1.003,58	80.286,40
	SUBTOTAL 4				1.355.275,18
	TOTAL GERAL				2.371.692,49

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Adutora EB 2 a Zabelê					1/3
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza mecanizada	m²	33.312,00	0,30	9.993,60
1.1.2	Locação e nivelamento (ADUTORA)	m	33.312,00	0,55	18.321,60
1.1.3	Cadastro técnico conforme norma da CAGEPA	m	33.312,00	0,49	16.322,88
1.1.4	Sinalização aberta sem iluminação	m	8.328,00	1,70	14.157,60
1.1.5	Sinalização aberta com iluminação	m	8.328,00	2,21	18.404,88
1.1.6	Placa da obra	m²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m³	11.033,51	3,46	38.175,94
1.2.2	Escavação mecânica em piçarro até 2,00 m	m³	1.267,35	4,08	5.170,79
1.2.3	Escavação mecânica em rocha branda até 2,00 m	m³	4.163,55	14,87	61.911,99
1.2.4	Escavação manual em terra até 2,00 m	m³	1.947,09	11,10	21.612,70
1.2.5	Escavação em piçarro até 2,00 m	m³	223,65	18,29	4.090,56
1.2.6	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m³	734,75	57,03	41.902,79
1.2.7	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m³	2.616,00	70,12	183.433,92
1.2.8	Colchão de areia p/assentamento de tubos com 10cm de espessura	m³	1.698,90	24,87	42.251,52
1.2.9	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m³	12.736,25	7,83	99.724,84
1.2.10	Reaterro de valas com material de empréstimo	m³	5.960,60	22,85	136.199,71
1.2.11	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m³	12.602,40	8,58	108.128,59
1.3	Execução de Blocos de Ancoragem				
1.3.1	Execução de blocos de ancoragem moldados no local em concreto simples	m³	42,60	302,26	12.876,28
1.3.2	Braçadeira barra 2"x 3/16" aço ASTM A36	un	12,00	10,00	120,00
1.4	Caixas				
1.4.1	Caixa em alvenaria para abrigo de registros DN 50 e 100 inclusive escavação, reaterro apiloado e bota-fora de material	un	67,00	700,00	46.900,00
1.4.2	Caixa de Alvenaria para abrigo de ventosa DN 50 e 100 inclusive escavação reaterro apiloado e bota-fora de material	un	76,00	700,00	53.200,00
1.5	Pavimentação				
1.5.1	Retirada e reposição de pavimento em paralelepípedos	m²	500,00	17,81	8.905,00
1.6	Assentamento das Tubulações				
1.6.1	Assentamento de Tubos F°F° classe K7 DN 200	m	320,00	2,92	934,40
1.6.2	Assentamento de Tubos F°F° classe K9 DN 100	m	340,00	1,79	608,60
1.6.3	Assentamento de Tubos PRFV cl.16 e 18 DN 200	m	23.632,70	2,92	69.007,48
1.6.4	Assentamento de Tubos PVC DEF°F° 1MPa DN 100	m	9.559,20	1,51	14.434,39



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/3

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Adutora EB 2 a Zabelê

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.7	Serviços Diversos				
1.7.1	Limpeza e teste de estanqueidade	m	33.312,00	0,47	15.656,64
1.7.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	9.000,00	9.000,00
	SUBTOTAL 1				1.051.684,38
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 11° com bolsas F°F° DN 200	un	75,00	354,30	26.572,16
2.2	Curva 11° com bolsas F°F° DN 100	un	11,00	97,41	1.071,50
2.3	Curva 22° com bolsas F°F° DN 200	un	21,00	215,09	4.516,92
2.4	Curva 22° com bolsas F°F° DN 100	un	2,00	88,82	177,63
2.5	Curva 45° com bolsas F°F° DN 200	un	9,00	238,56	2.147,07
2.6	Curva 45° com bolsas F°F° DN 100	un	17,00	105,07	1.786,12
2.7	Curva 90° com bolsas F°F° DN 200	un	1,00	299,73	299,73
2.8	Curva 90° com bolsas F°F° DN 100	un	1,00	126,10	126,10
2.9	Redução ponta bolsa F°F° DN 200 x 100	un	1,00	268,99	268,99
2.10	Tê com bolsas F°F° PN 10 DN 200 x 100	un	1,00	432,30	432,30
2.11	Tê com bolsas e flange F°F° PN 25 DN 200 x 100	un	25,00	373,89	9.347,16
2.12	Tê com bolsas e flange F°F° PN 10/16 DN 200 x 100	un	74,00	346,27	25.624,31
2.13	Tê com bolsas e flange F°F° PN 10/16 DN 100 x 50	un	44,00	177,91	7.828,11
2.14	Arruela de amianto para flanges DN 50	un	67,00	2,05	137,18
2.15	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	152,00	4,73	719,26
2.16	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	1.164,00	4,46	5.190,28
2.17	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	320,00	8,05	2.577,12
	SUBTOTAL 2				88.821,95
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Ventosa tríple função PN 10/16 DN 100	un	40,00	1.370,25	54.809,82
3.2	Ventosa tríple função PN 25 DN 100	un	13,00	1.370,25	17.813,19
3.3	Ventosa tríple função PN 25 DN 50	un	23,00	904,70	20.808,16
3.4	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 50	un	44,00	418,03	18.393,52
3.5	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 100	un	72,00	586,79	42.248,88
3.6	Registro de gaveta oval com flanges e cabeçote PN 25 DN 100	un	27,00	5.748,72	155.215,53
	SUBTOTAL 3				309.289,10

 ESTIMATIVA DE CUSTO					FOLHA 3/3
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Adutora EB 2 a Zabelê					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES				
4.1	Tubo F°F° classe K7 DN 200	m	386,00	168,79	65.153,71
4.2	Tubo F°F° classe K9 DN 100	m	397,00	117,50	46.647,70
4.3	Tubo PRFV cl.16 DN 200	m	5.284,00	81,62	431.280,08
4.4	Tubo PRFV cl.18 DN 200	m	19.531,00	95,34	1.862.065,68
4.5	Tubo PVC DEF°F° 1MPa DN 100	m	10.038,00	17,09	171.549,42
4.6	Tunnel Liner, circular, galvanizado, esp. 2,20mm, diâmetro 1,20m, inclusive instalação	m	90,00	1.003,58	90.322,20
	SUBTOTAL 4				2.667.018,79
	TOTAL GERAL				4.116.814,22



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2


SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Adutora de Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro

DATA
DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza mecanizada	m ²	113,00	0,30	33,90
1.1.2	Locação e nivelamento (ADUTORA)	m	113,00	0,55	62,15
1.1.3	Cadastro técnico conforme norma da CAGEPA	m	113,00	0,49	55,37
1.1.4	Sinalização aberta sem iluminação	m	28,00	1,70	47,60
1.1.5	Sinalização aberta com iluminação	m	29,00	2,21	64,09
1.1.6	Placa da obra	m ²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m ³	47,45	3,46	164,18
1.2.2	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	20,35	11,10	225,89
1.2.3	Colchão de areia p/assentamento de tubos com 10cm de espessura	m ³	6,80	24,87	169,12
1.2.4	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	60,15	7,83	470,97
1.2.5	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	10,00	8,58	85,80
1.3	Execução de Blocos de Ancoragem e Apoio				
1.3.1	Execução de blocos de ancoragem moldados no local em concreto simples	m ³	0,10	302,26	30,23
1.4	Caixas				
1.4.1	Caixa de Alvenaria para abrigo de ventosa DN 50 inclusive escavação reaterro apiloado e bota-fora de material	un	1,00	700,00	700,00
1.5	Assentamento das Tubulações				
1.5.1	Assentamento de Tubos PVC DEF°F° 1MPa DN 100	m	113,00	1,51	170,63
1.6	Serviços Diversos				
1.6.1	Limpeza e teste de estanqueidade	m	113,00	0,47	53,11
1.6.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	200,00	200,00
	SUBTOTAL 1				2.770,71
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 22° com bolsas F°F° DN 100	un	1,00	88,82	88,82
2.2	Tê com bolsas e flange F°F° PN 10/16 DN 100 x 50	un	1,00	177,91	177,91
2.3	Arruela de amianto para flanges DN 50	un	2,00	2,05	4,10
2.4	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	8,00	4,46	35,67
	SUBTOTAL 2				306,49

 ESTIMATIVA DE CUSTO					FOLHA 2/2
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Adutora de Derivação para São Sebastião do Umbuzeiro					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Ventosa triplice função PN 25 DN 50	un	1,00	904,70	904,70
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 50	un	1,00	418,03	418,03
	SUBTOTAL 3				1.322,74
4	FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES				
4.1	Tubo PVC DEFºFº 1MPa DN 100	m	119,00	17,09	2.033,71
	SUBTOTAL 4				2.033,71
	TOTAL GERAL				6.433,65




ESTIMATIVA DE CUSTO


FOLHA

1/3

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Tanque de Amortecimento Unidirecional - TAU 1****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	100,00	0,90	90,00
1.1.2	Locação da obra	m ²	30,00	3,46	103,80
1.1.3	Desapropriação	vb	1,00	1.000,00	1.000,00
1.1.4	Placa da obra	m ²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	9,10	11,10	101,01
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	2,30	18,29	42,07
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	31,85	57,03	1.816,41
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	40,35	70,12	2.829,34
1.2.5	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	9,10	7,83	71,25
1.2.6	Reaterro de valas com material de empréstimo	m ³	50,45	22,85	1.152,78
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	118,50	8,58	1.016,73
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	1,60	252,86	404,58
1.3.2	Concreto armado (Reservatório Elevado) fck= 20 Mpa, inclusive preparo e lançamento	m ³	26,70	1.447,52	38.648,78
1.3.3	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	11,50	1.154,33	13.274,80
1.3.4	Concreto simples (blocos de apoio)	m ³	0,20	302,26	60,45
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m ²	16,00	31,06	496,96
1.5	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	32,00	2,35	75,20
1.5.2	Massa única	m ²	32,00	10,89	348,48
1.5.3	Impermeabilização	m ²	104,00	23,67	2.461,68
1.5.4	Pintura a óleo em esquadrias de ferro	m ²	12,00	11,09	133,08
1.5.5	Pintura anticorrosiva	m ²	35,00	8,70	304,50
1.6	Urbanização				
1.6.1	Cerca de contorno modelo CAGEPA	m	37,00	24,41	903,17
1.6.2	Portão de ferro modelo CAGEPA	m ²	6,00	138,00	828,00
1.7	Diversos				
1.7.1	Logotipo e letreiro padrão CAGEPA (elevado)	un	1,00	510,00	510,00
1.7.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	620,00	620,00
1.7.3	Escada de ferro	kg	18,00	4,54	81,72

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Tanque de Amortecimento Unidirecional - TAU 1					2/3
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.7.4	Escada de ferro com proteção	m	15,00	198,28	2.974,20
1.7.5	Guarda corpo em ferro galvanizado de 1 1/2"	m	6,30	53,31	335,85
1.7.6	Esgotamento (1HP)	HPxH	10,00	1,42	14,20
	SUB-TOTAL 1				70.936,72
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva de 90° com flanges F°F° PN 16 DN 50	un	2,00	52,29	104,59
2.2	Curva de 90° com flanges F°F° PN 16 DN 150	un	3,00	202,04	606,12
2.3	Curva de 45° com flanges F°F° PN 16 DN 150	un	2,00	188,28	376,56
2.4	Curva de 45° com flanges F°F° PN 16 DN 200	un	2,00	258,44	516,88
2.5	Extremidade bolsa flange F°F° PN 16 DN 200	un	2,00	216,78	433,56
2.6	Extremidade ponta flange F°F° PN 16 DN 50	un	2,00	51,47	102,95
2.7	Extremidade ponta flange F°F° PN 16 DN 150	un	5,00	170,59	852,95
2.8	Extremidade ponta flange e aba de vedação em aço PN 16 DN 50	un	2,00	268,99	537,98
2.9	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 16 DN 150	un	4,00	279,85	1.119,40
2.10	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 600	un	1,00	2.775,60	2.775,60
2.11	Flange cego PN 10 DN 600	un	1,00	835,42	835,42
2.12	Junta Gibault DN 50	un	2,00	68,95	137,89
2.13	Junta Gibault DN 150	un	2,00	165,16	330,32
2.14	Tê com flanges F°F° PN 16 DN 200 x 150	un	2,00	548,69	1.097,38
2.15	Tê com flanges F°F° PN 16 DN 150 x 50	un	2,00	356,35	712,70
2.16	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 5,80m	un	4,00	1.253,70	5.014,80
2.17	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 1,15m	un	2,00	567,98	1.135,97
2.18	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 1,65m	un	1,00	822,76	822,76
2.19	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 1,05m	un	1,00	632,22	632,22
2.20	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 1,75m	un	1,00	822,76	822,76
2.21	Tubo com flanges em aço PN 16 DN 50 L= 0,40m	un	2,00	197,19	394,38
2.22	Tubo ponta flange em aço PN 16 DN 50 L= 1,60m	un	2,00	295,66	591,32
2.23	Tubo ponta flange F°F° PN 16 DN 150 L= 3,10m	un	1,00	722,86	722,86
2.24	Arruela de amianto para flanges DN 600	un	1,00	76,76	76,76
2.25	Arruela de amianto para flanges DN 50	un	12,00	2,05	24,57
2.26	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	24,00	8,55	205,30
2.27	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	8,00	10,63	85,07

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Tanque de Amortecimento Unidirecional - TAU 1					3/3
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.28	Parafusos para flanges d=27mm, L=120mm	un	20,00	17,78	355,55
2.29	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	48,00	4,46	214,03
2.30	Parafusos para flanges d= 20mm, L= 90mm	un	288,00	8,05	2.319,41
	SUB-TOTAL 2				23.958,05
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 150	un	5,00	979,81	4.899,05
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 50	un	2,00	418,03	836,07
3.3	Válvula de retenção portinhola dupla PN 16 DN 150	un	2,00	701,95	1.403,90
3.4	Válvula de altitude PN 16 DN 50	un	2,00	1.580,00	3.160,00
	SUB-TOTAL 3				10.299,02
	TOTAL GERAL				105.193,79



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/3

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Tanque de Amortecimento Unidirecional - TAU 2****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	100,00	0,90	90,00
1.1.2	Locação da obra	m ²	30,00	3,46	103,80
1.1.3	Desapropriação	vb	1,00	1.000,00	1.000,00
1.1.4	Placa da obra	m ²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	12,20	11,10	135,42
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	3,00	18,29	54,87
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	33,45	57,03	1.907,65
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	52,80	70,12	3.702,34
1.2.5	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	12,20	7,83	95,53
1.2.6	Reaterro de valas com material de empréstimo	m ³	49,95	22,85	1.141,36
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	142,00	8,58	1.218,36
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	1,50	252,86	379,29
1.3.2	Concreto armado (Reservatório Elevado) fck= 20 Mpa, inclusive preparo e lançamento	m ³	26,65	1.447,52	38.576,41
1.3.3	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	11,50	1.154,33	13.274,80
1.3.4	Concreto simples (blocos de apoio)	m ³	0,10	302,26	30,23
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m ²	18,00	31,06	559,08
1.5	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	36,00	2,35	84,60
1.5.2	Massa única	m ²	36,00	10,89	392,04
1.5.3	Impermeabilização	m ²	103,70	23,67	2.454,58
1.5.4	Pintura a óleo em esquadrias de ferro	m ²	12,00	11,09	133,08
1.5.5	Pintura anticorrosiva	m ²	35,00	8,70	304,50
1.6	Urbanização				
1.6.1	Cerca de contorno modelo CAGEPA	m	37,00	24,41	903,17
1.6.2	Portão de ferro modelo CAGEPA	m ²	6,00	138,00	828,00
1.7	Diversos				
1.7.1	Logotipo e letreiro padrão CAGEPA (elevado)	un	1,00	510,00	510,00
1.7.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	600,00	600,00
1.7.3	Escada de ferro	kg	44,00	4,54	199,76



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/3

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha


UNID. DO SISTEMA: Tanque de Amortecimento Unidirecional - TAU 2

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.7.4	Escada de ferro com proteção	m	15,00	198,28	2.974,20
1.7.5	Guarda corpo em ferro galvanizado de 1 1/2"	m	6,30	53,31	335,85
1.7.6	Esgotamento (1HP)	HPxH	10,00	1,42	14,20
	SUB-TOTAL 1				72.240,78
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 50	un	2,00	52,29	104,59
2.2	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 150	un	3,00	202,04	606,12
2.3	Curva de 45° com flanges F°F° PN 10 DN 150	un	2,00	188,29	376,58
2.4	Extremidade bolsa flange F°F° PN 10 DN 200	un	2,00	212,53	425,06
2.5	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 50	un	2,00	51,47	102,95
2.6	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	5,00	170,59	852,95
2.7	Extremidade ponta flange e aba de vedação em aço PN 10 DN 50	un	2,00	268,99	537,98
2.8	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 150	un	4,00	279,85	1.119,40
2.9	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 600	un	1,00	2.775,60	2.775,60
2.10	Flange cego PN 10 DN 600	un	1,00	835,42	835,42
2.11	Junta Gibault DN 50	un	2,00	68,95	137,89
2.12	Junta Gibault DN 150	un	2,00	165,16	330,32
2.13	Tê com flanges F°F° PN 10 DN 200 x 150	un	2,00	537,93	1.075,86
2.14	Tê com flanges F°F° PN 10 DN 150 x 50	un	2,00	356,38	712,75
2.15	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 150 L= 5,80m	un	4,00	1.253,60	5.014,40
2.16	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 150 L= 1,60m	un	2,00	647,70	1.295,40
2.17	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 200 L= 1,65m	un	1,00	805,39	805,39
2.18	Tubo com flanges em aço PN 10 DN 50 L= 0,40m	un	2,00	197,19	394,38
2.19	Tubo ponta flange em aço PN 10 DN 50 L= 2,10m	un	2,00	354,52	709,03
2.20	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 150 L= 3,15m	un	1,00	722,86	722,86
2.21	Arruela de amianto para flanges DN 50	un	12,00	2,05	24,57
2.22	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	24,00	8,55	205,30
2.23	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	4,00	10,63	42,54
2.24	Arruela de amianto para flanges DN 600	un	1,00	76,76	76,76
2.25	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	48,00	4,46	214,03
2.26	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	232,00	8,05	1.868,41
2.27	Parafusos para flanges d=27mm, L=120mm	un	20,00	17,78	355,55
	SUB-TOTAL 2				21.722,08

 ESTIMATIVA DE CUSTO					FOLHA 3/3
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Tanque de Amortecimento Unidirecional - TAU 2					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 150	un	5,00	979,81	4.899,05
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 50	un	2,00	418,03	836,07
3.3	Válvula de retenção portinhola dupla PN 10 DN 150	un	2,00	630,40	1.260,79
3.4	Válvula de altitude PN 10 DN 50	un	2,00	1.580,00	3.160,00
	SUB-TOTAL 3				10.155,91
	TOTAL GERAL				104.118,78

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Stand-Pipe 1 (Estaca 63+0,00 - Trecho: EBF- EB2)					1/2
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m²	100,00	0,90	90,00
1.1.2	Locação da obra	m²	16,00	3,46	55,36
1.1.3	Desapropriação	vb	1,00	1.000,00	1.000,00
1.1.4	Placa da obra	m²	1,00	118,84	118,84
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m³	2,00	11,10	22,20
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m³	8,00	18,29	146,32
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m³	16,60	57,03	946,70
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m³	28,20	70,12	1.977,38
1.2.5	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m³	2,00	7,83	15,66
1.2.6	Reaterro de valas com material de empréstimo	m³	38,50	22,85	879,73
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m³	82,10	8,58	704,42
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m³	0,85	252,86	214,93
1.3.2	Concreto armado (Reservatório Elevado) fck= 20 Mpa, inclusive preparo e lançamento	m³	25,35	1.447,52	36.694,63
1.3.3	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	8,45	1.154,33	9.754,09
1.3.4	Concreto simples (blocos de apoio)	m³	0,10	302,26	30,23
1.4	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.4.1	Impermeabilização	m²	134,00	23,67	3.171,78
1.4.2	Pintura a óleo em esquadrias de ferro	m²	16,00	11,09	177,44
1.4.3	Pintura anticorrosiva	m²	60,00	8,70	522,00
1.5	Urbanização				
1.5.1	Cerca de contorno modelo CAGEPA	m	36,00	24,41	878,76
1.5.2	Portão de ferro modelo CAGEPA	m²	8,00	138,00	1.104,00
1.6	Diversos				
1.6.1	Logotipo e letreiro padrão CAGEPA (elevado)	un	1,00	510,00	510,00
1.6.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	320,00	320,00
1.6.3	Escada de ferro	kg	18,00	4,54	81,72
1.6.4	Escada de ferro com proteção	m	18,00	198,28	3.569,04
1.6.5	Guarda corpo em ferro galvanizado de 1 1/2"	m	6,30	53,31	335,85
1.6.6	Esgotamento (1HP)	HPxH	20,00	1,42	28,40
	SUB-TOTAL 1				63.349,48



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES:** Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha**UNID. DO SISTEMA:** Stand-Pipe 1 (Estaca 63+0,00 - Trecho: EBF- EB2)**DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 200	un	4,00	299,70	1.198,80
2.2	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 250	un	1,00	572,28	572,28
2.3	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 150	un	2,00	202,04	404,08
2.4	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	323,69	323,69
2.5	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	1,00	170,59	170,59
2.6	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 600	un	1,00	2.775,60	2.775,60
2.7	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 250	un	1,00	586,01	586,01
2.8	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 200	un	2,00	543,40	1.086,80
2.9	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 150	un	1,00	279,85	279,85
2.10	Flange cego PN 10 DN 600	un	1,00	835,42	835,42
2.11	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 250 L= 5,80m	un	2,00	1.988,03	3.976,05
2.12	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 200 L= 0,95m	un	1,00	403,27	403,27
2.13	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 250 L= 5,80m	un	1,00	1.720,30	1.720,30
2.14	Tubo ponta bolsa PVC DEF°F° 1MPa DN 200	m	10,50	57,62	605,01
2.15	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	3,00	8,55	25,66
2.16	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	2,00	10,63	21,27
2.17	Arruela de amianto para flanges DN 250	un	4,00	13,89	55,56
2.18	Arruela de amianto para flanges DN 600	un	1,00	76,76	76,76
2.19	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	88,00	8,05	708,71
2.20	Parafusos para flanges d=27mm, L=120mm	un	20,00	17,78	355,55
	SUB-TOTAL 2				16.181,25
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 150	un	1,00	979,81	979,81
	SUB-TOTAL 3				979,81
	TOTAL GERAL				80.510,53



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Stand-Pipe 2 (Estaca 1240+0,00 - Trecho: EBF- EB2)

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	100,00	0,90	90,00
1.1.2	Locação da obra	m ²	15,00	3,46	51,90
1.1.3	Desapropriação	vb	1,00	1.000,00	1.000,00
1.1.4	Placa da obra	m ²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	8,50	11,10	94,35
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	11,30	18,29	206,68
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	5,40	57,03	307,96
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	21,50	70,12	1.507,58
1.2.5	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	8,50	7,83	66,56
1.2.6	Reaterro de valas com material de empréstimo	m ³	24,50	22,85	559,83
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	57,75	8,58	495,50
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	0,80	252,86	202,29
1.3.2	Concreto armado (Reservatório Elevado) fck= 20 Mpa, inclusive preparo e lançamento	m ³	7,80	1.447,52	11.290,66
1.3.3	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	7,40	1.154,33	8.542,04
1.3.4	Concreto simples (blocos de apoio)	m ³	0,10	302,26	30,23
1.4	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.4.1	Impermeabilização	m ²	45,00	23,67	1.065,15
1.4.2	Pintura a óleo em esquadrias de ferro	m ²	16,00	11,09	177,44
1.4.3	Pintura anticorrosiva	m ²	13,00	8,70	113,10
1.5	Urbanização				
1.5.1	Cerca de contorno modelo CAGEPA	m	36,00	24,41	878,76
1.5.2	Portão de ferro modelo CAGEPA	m ²	8,00	138,00	1.104,00
1.6	Diversos				
1.6.1	Logotipo e letreiro padrão CAGEPA (elevado)	un	1,00	510,00	510,00
1.6.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	330,00	330,00
1.6.3	Escada de ferro	kg	18,00	4,54	81,72
1.6.4	Escada de ferro com proteção	m	3,60	198,28	713,81
1.6.5	Guarda corpo em ferro galvanizado de 1 1/2"	m	6,30	53,31	335,85
1.6.6	Esgotamento (1HP)	HPxH	20,00	1,42	28,40
	SUB-TOTAL 1				30.021,47

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Stand-Pipe 2 (Estaca 1240+0,00 - Trecho: EBF- EB2)					2/2
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva de 45° com bolsas F°F° DN 200	un	4,00	238,56	954,25
2.2	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 200	un	2,00	299,70	599,40
2.3	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 250	un	1,00	572,28	572,28
2.4	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 150	un	2,00	202,04	404,08
2.5	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 200	un	2,00	323,69	647,38
2.6	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	1,00	170,59	170,59
2.7	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 600	un	1,00	2.775,60	2.775,60
2.8	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 250	un	1,00	586,01	586,01
2.9	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 200	un	2,00	543,40	1.086,80
2.10	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 150	un	1,00	279,85	279,85
2.11	Flange cego PN 10 DN 600	un	1,00	835,42	835,42
2.12	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 250 L= 3,30m	un	1,00	1.143,90	1.143,90
2.13	Tubo com pontas PVC DEF°F° 1MPa DN 200	m	12,60	57,62	726,01
2.14	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	3,00	8,55	25,66
2.15	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	2,00	10,63	21,27
2.16	Arruela de amianto para flanges DN 250	un	2,00	13,89	27,78
2.17	Arruela de amianto para flanges DN 600	un	1,00	76,76	76,76
2.18	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	64,00	8,05	515,42
2.19	Parafusos para flanges d=27mm, L=120mm	un	20,00	17,78	355,55
	SUB-TOTAL 2				11.804,01
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 150	un	1,00	979,81	979,81
	SUB-TOTAL 3				979,81
	TOTAL GERAL				42.805,29



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Reservatório de Cacimbinha Cap. 100m³****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m²	95,00	0,90	85,50
1.1.2	Locação da obra	m²	22,00	3,46	76,12
1.1.3	Desapropriação	vb	1,00	1.000,00	1.000,00
1.1.4	Placa da obra	m²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m³	47,65	11,10	528,92
1.2.2	Escavação em picarro até 2,00 m	m³	11,90	18,29	217,65
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m³	3,60	57,03	205,31
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m³	2,05	70,12	143,75
1.2.5	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m³	45,90	7,83	359,40
1.2.6	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m³	26,80	8,58	229,94
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m³	1,40	252,86	354,00
1.3.2	Concreto armado (Reservatório Elevado) fck= 20 Mpa, inclusive preparo e lançamento	m³	48,00	1.447,52	69.480,96
1.3.3	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	9,15	1.154,33	10.562,12
1.3.4	Concreto simples (blocos de apoio)	m³	0,10	302,26	30,23
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1/2 vez	m²	22,00	16,98	373,56
1.5	Revestimento e tratamento de superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m²	44,00	2,35	103,40
1.5.2	Massa única	m²	44,00	10,89	479,16
1.5.3	Impermeabilização	m²	110,00	23,67	2.603,70
1.5.4	Pintura anticorrosiva	m²	44,00	8,70	382,80
1.6	Urbanização				
1.6.1	Cerca de contorno modelo CAGEPA	m	36,00	24,41	878,76
1.6.2	Portão de ferro modelo CAGEPA	m²	6,00	138,00	828,00
1.7	Diversos				
1.7.1	Logotipo e letreiro padrão CAGEPA (elevado)	un	1,00	510,00	510,00
1.7.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	1.350,00	1.350,00
1.7.3	Escada de ferro	kg	62,00	4,54	281,48
1.7.4	Escada de ferro com proteção	m	15,00	198,28	2.974,20
1.7.5	Guarda corpo em ferro galvanizado de 1 1/2"	m	20,00	53,31	1.066,20
1.7.6	Esgotamento (1HP)	HPxH	20,00	1,42	28,40
	SUB-TOTAL 1				95.371,23



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Reservatório de Cacimbinha Cap. 100m³

DATA
DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva de 90° com bolsas FoFo PN 10 DN 150	un	1,00	196,76	196,76
2.2	Curva de 90° com flanges FoFo PN 10 DN 150	un	7,00	202,04	1.414,30
2.3	Curva de 90° com flanges FoFo PN 10 DN 200	un	1,00	303,20	303,20
2.4	Extremidade ponta flange FoFo PN 10 DN 150	un	7,00	170,59	1.194,15
2.5	Extremidade ponta flange e aba de vedação FoFo PN 10 DN 150	un	2,00	279,85	559,70
2.6	Junta Gibault DN 150	un	3,00	165,16	495,48
2.7	Redução concêntrica com flanges FoFo PN 10 DN 250x200	un	1,00	563,26	563,26
2.8	Toco com flanges e aba de vedação FoFo PN 10 DN 150	un	1,00	467,53	467,53
2.9	Toco com flanges e aba de vedação FoFo PN 10 DN 200	un	1,00	539,84	539,84
2.10	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 150 L= 5,80m	un	6,00	1.253,60	7.521,62
2.11	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 150 L= 3,92m	un	1,00	966,51	966,51
2.12	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 150 L= 3,30m	un	1,00	886,83	886,83
2.13	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 150 L= 1,40m	un	1,00	567,94	567,94
2.14	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 150 L= 0,75m	un	2,00	488,31	976,63
2.15	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 150 L= 1,05m	un	1,00	488,31	488,31
2.16	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 200 L= 5,80m	un	2,00	1.576,76	3.153,52
2.17	Tubo com flanges FoFo PN 10 DN 200 L= 3,15m	un	1,00	1.110,40	1.110,40
2.18	Tubo flange bolsa FoFo PN 10 DN 200 L= 1,60m	un	1,00	631,49	631,49
2.19	Tubo ponta flange FoFo PN 10 DN 150 L=0,85m	un	2,00	324,32	648,64
2.20	Tubo ponta bolsa PVC DEFoFo 1MPa DN 300	m	6,00	122,24	733,44
2.21	Tubo ponta bolsa PVC DEFoFo 1MPa DN 150	m	13,55	33,80	457,99
2.22	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	31,00	8,55	265,15
2.23	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	6,00	10,63	63,80
2.24	Parafusos para flanges d= 20mm, L= 90mm	un	296,00	8,05	2.383,65
	SUB-TOTAL 2				26.590,14
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 150	un	3,00	979,81	2.939,42
3.2	Válvula de Altura PN 10 DN 150	un	1,00	3.160,00	3.160,00
3.3	Medidor de vazão eletromagnético PN 10 DN 150	un	2,00	12.828,00	25.656,00
	SUB-TOTAL 3				31.755,42
	TOTAL GERAL				153.716,79



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB Flutuante

DATA
DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Locação da obra	m²	13,00	3,46	44,98
1.1.2	Placa da obra	m²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m³	28,50	11,10	316,35
1.2.2	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m³	12,20	7,83	95,53
1.2.3	Aterro do caixão com material de empréstimo	m³	47,00	28,47	1.338,09
1.2.4	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m³	21,20	8,58	181,90
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m³	1,70	252,86	429,86
1.3.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	14,00	1.154,33	16.160,62
1.3.3	Concreto simples (blocos de apoio)	m³	0,15	302,26	45,34
1.4	Pavimentação				
1.4.1	Meio-fio granítico	m	20,00	16,16	323,20
1.5	Diversos				
1.5.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	10.000,00	10.000,00
1.5.2	Aquisição e instalação de talha e trolley manual, com viga "I" com capacidade para 1 tonelada	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
	SUB-TOTAL 1				31.173,54
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO				
2.1	Estrutura de Chegada				
2.1.1	Poste duplo "T"- B400/11, em concreto armado	un	1,00	603,00	603,00
2.1.2	Cruzeta em concreto, para rede de 13,8 kV, padrão SAELPA	un	3,00	60,00	180,00
2.1.3	Parafuso galvanizado M16x400, rosca total	un	4,00	8,16	32,64
2.1.4	Parafuso galvanizado M16x350, rosca total	un	2,00	7,80	15,60
2.1.5	Isolador de disco, classe 15 kV	un	6,00	32,00	192,00
2.1.6	Isolador de pino, classe 15 kV	un	3,00	18,00	54,00
2.1.7	Alça preformada para cabo 4 AWG (ACSR)	un	3,00	5,00	15,00
2.1.8	Laço preformada para cabo 4 AWG (ACSR)	un	17,00	28,80	489,60
2.1.9	Arruela galvanizada, quadrada para parafuso M16	un	14,00	1,08	15,12
2.1.10	Porca galvanizada para parafuso M16	un	12,00	2,88	34,56
2.1.11	Porca olhal	un	12,00	12,00	144,00
2.1.12	Gancho de suspensão	un	3,00	13,20	39,60
2.1.13	Conector split-bolt para cabo 4 AWG (ACSR)	un	3,00	11,52	34,56



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB Flutuante****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.2	Subestação 75 kVA				
2.2.1	Poste duplo T- 400/11 em concreto	un	1,00	603,00	603,00
2.2.2	Cruzeta de concreto armado 1,90 m, normal	un	4,00	60,00	240,00
2.2.3	Pára-raio tipo válvula, classe 15 kV, 10kA	un	3,00	180,00	540,00
2.2.4	Chave fusível indicadora, unipolar, 15 kV, 100 A	un	3,00	252,00	756,00
2.2.5	Elo fusível 5H	un	3,00	9,60	28,80
2.2.6	Arruela quadrada galvanizada de 50x3 mm c/furo D=18mm	un	24,00	1,20	28,80
2.2.7	Arruela quadrada galvanizada de 32x3 mm c/furo D=18mm	un	12,00	0,80	9,60
2.2.8	Porca quadrada p/parafuso galvanizado, M16x2	un	12,00	2,88	34,56
2.2.9	Cabo de alumínio CAA 4AWG	m	60,00	1,80	108,00
2.2.10	Transformador trifásico de distribuição aérea, classe 15 kV, potência de 75 kVA, 13/8 kV / 380 V	un	1,00	5.300,00	5.300,00
2.2.11	Gancho olhal	un	3,00	9,00	27,00
2.2.12	Manilha sapatilha p/alça preformada	un	3,00	14,40	43,20
2.2.13	Olhal para parafuso M16	un	3,00	14,40	43,20
2.2.14	Parafuso galvanizado M16 x 350 mm com 220 mm de rosca	un	4,00	7,80	31,20
2.2.15	Parafuso galvanizado M16 x 400 mm com 220 mm de rosca	un	4,00	8,16	32,64
2.2.16	Alça preformada de distribuição para cabo 4 ACSR	un	3,00	5,00	15,00
2.2.17	Isolador de suspensão de vidro, 15 kV	un	6,00	35,00	210,00
2.2.18	Isolador de pino, classe 15 kV	un	3,00	21,00	63,00
2.2.19	Cabo de aço cobreado, 7 x 10 AWG	Kg	15,00	40,80	612,00
2.2.20	Conector paralelo de bronze estanhado para cabo 7 x 10 AWG	un	7,00	28,80	201,60
2.2.21	Painel metálico, uso do tempo, para medição em B.T., fabricado no padrão Concessionária	un	1,00	1.800,00	1.800,00
2.2.22	Eletroduto de aço Ø 2 1/2" x 3,0 m	un	3,00	66,00	198,00
2.2.23	Curva PVC Ø 2 1/2"	un	3,00	30,00	90,00
2.2.24	Luva PVC Ø 2 1/2"	un	3,00	11,00	33,00
2.2.25	Bucha e arruela em duralumínio, Ø 2 1/2"	un	3,00	3,50	10,50
2.3	Proteção Geral em Baixa Tensão - 380V				
2.3.1	Painel de proteção dos circuitos do alimentador tronco (secundário do transformador), tipo metálico, auto-portante, tensão de 0,6kV, modulado, composto de: um disjuntor geral de proteção, tipo termomagnético - 160A-18kA, três TC's 200/5, um multimetro de grandezas elétricas, dois seccionadores tripolar, com fusíveis (63 e 250A), três conjuntos de capacitores trifásico de B.T. de 5kVAr com fusíveis de proteção (25A) e contactor de comando (In=19A), cabeaço, conectores, etc., conforme diagrama unifilar e funcional.	un	1,00	4.500,00	4.500,00



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

3/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB Flutuante****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.4	Acionamento e Proteção dos Motores				
2.4.1	Centro de Controle de Motores -CCM : tipo metálico, auto-portante, modulado, para instalação abrigada, composto de: um módulo (um para cada motor) dotado de conjunto de chave de partida para motor de 30CV para acionamento de bomba. Cada módulo para acionamento do motor deverá ser constituído de: Três Fusíveis tipo Ultra-Rápido 125A, Um Contactor tripolar de 63A dotado de relé de sobrecorrente com ajuste para 40-50A, Uma Chave tipo Estática (Soft Start), 45A, para acionamento de motor de 30CV-380V, dotada de filtro de proteção, IHM digital, horímetro e demais componentes complementares de comando e sinalização, tipo: relés auxiliares, contactores auxiliares, sinalizadores de painel, botão de comando LIGA/DESLIGA, botão de parada de emergência, chave de mudança ON/OFF, chave MANUAL-AUTOMÁTICO, etc., conforme diagramas, unifilar e funcional.	un	3,00	9.500,00	28.500,00
2.5	Cabos				
2.5.1	ALIMENTAÇÃO GERAL E DOS CCM's				
2.5.1.1	Cabo de cobre isolado XLPE, 95 mm², classe 1kV, flexível	m	350,00	31,00	10.850,00
2.5.1.2	Terminal de compressão, p/cabo 95mm²	un	6,00	8,00	48,00
2.5.1.3	Cabo de cobre isolado XLPE, 50 mm², classe 1kV, flexível	m	110,00	17,00	1.870,00
2.5.1.4	Terminal de compressão, p/cabo 50mm²	un	1,00	6,00	6,00
2.5.2	ALIMENTAÇÃO DOS MOTORES				
2.5.2.1	Cabo de cobre, tripolar, isolado XLPE, 3x10mm², classe 1kV, flexível	m	30,00	8,50	255,00
2.5.2.2	Terminal de pressão em bronze p/1x10mm²	un	9,00	5,00	45,00
2.5.2.3	Box reto p/eletroduto flexível, Ø 2"	m	3,00	7,20	21,60
2.5.2.4	Eletroduto flexível, tipo "sealtube", Ø 2"x 1,0 m	un	9,00	12,00	108,00
2.5.3	ALIMENTAÇÃO DAS VÁLVULAS	un			
2.5.3.1	Eletroduto PVC rígido, Ø 1/2" x 3,0 m	un	6,00	4,56	27,36
2.5.3.2	Curva PVC Ø 1/2"	m	2,00	1,20	2,40
2.5.3.3	Luva PVC Ø 1/2"	un	3,00	0,48	1,44
2.5.3.4	Eletroduto flexível SEALTUBE, Ø 1/2" x 1,0 m		3,00	5,52	16,56
2.5.3.5	Cabo de cobre isolado, 4x1,5 mm², 750 V	un	30,00	2,50	75,00
2.5.3.6	Box reto Ø 1/2"	un	3,00	1,80	5,40
2.5.3.7	Caixa de passagem em alumínio fundido 30x30x12 cm	un	6,00	210,00	1.260,00
2.6	Serviços Auxiliares				
	ALIMENTAÇÃO E EQUIPAMENTOS P/ ILUMINAÇÃO				
2.6.1	Circuito 1				
2.6.1.1	Fio de cobre isolado, 1000V, 2,5 mm² anti-chama	m	200,00	1,50	300,00
2.6.1.2	Eletroduto PVC rígido, Ø 3/4" x 3,0 m	un	5,00	4,80	24,00
2.6.1.3	Luva PVC, Ø 3/4"	un	5,00	0,84	4,20



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

4/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB Flutuante****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.6.1.4	Caixa de passagem 4" x 2" em PVC	un	10,00	1,50	15,00
2.6.1.5	Caixa de passagem 3" x 3" em PVC	un	5,00	2,50	12,50
2.6.1.6	Bucha e arruela em duralumínio, Ø 3/4"	un	12,00	0,42	5,04
2.6.1.7	Quadro de Serviços Auxiliares composto de:	un	1,00	990,00	990,00
	Disj 3P 63A/5kA, C60	un	1,00		
	Seguranças tipo DIAZED com fusíveis 4A	un	3,00		
	Chave Comutadora de Voltímetro	un	1,00		
	Voltímetro FM 86mm, 0-500V	un	1,00		
	Disj 3P 30A/5kA, C60	un	1,00		
	Disj 3P 15A/5kA, C60	un	3,00		
	Disj 1P 20A/5kA, C60	un	4,00		
	Disj 1P 10A/5kA, C60	un	1,00		
	Barramento (3F,N,T)/Isoladores	un	1,00		
	Cabos e acessórios	un	1,00		
	CX P/20 módulos	un	1,00		
2.6.2	Circuito 2				
2.6.2.1	Luminária fechada, IP-54, tipo para iluminação pública, corpo refletor estampado em alumínio polido e anodizado, refrator em policarbonato injetado de alta pressão, com proteção anti UV e resistente a vandalismos, porta lâmpada de porcelana rosca E-40, pescoço fundido em liga de alumínio, com encaixe para tubo de f48, 1 a 60,4mm.	un	4,00	288,00	1.152,00
2.6.2.2	Braço galvanizado para iluminação pública, com 1600mm, para luminária com lâmpada de vapor de sódio de 100W	un	2,00	65,00	130,00
2.6.2.3	Relé foto-elétrico 220V-60Hz-1000W	un	2,00	24,00	48,00
2.6.2.4	Fio de cobre isolado, anti-chama, 2,5 mm², 1000V	m	100,00	1,50	150,00
2.7	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas				
2.7.1	Poste de concreto DT-150/10	un	1,00	360,00	360,00
2.7.2	Cabo de cobre nu, têmpera mole, seção nominal 50mm², encordoamento classe 2 conforme normas ABNT NBR-5111.	un	60,00	12,00	720,00
2.7.3	Haste de aterramento, de aço carbono revestido em cobre eletrolítico DN=5/8", 2,40m de comprimento, com conector.	un	3,00	18,00	54,00
2.7.4	Conexão exotérmica, cabo a haste com cabo passante e derivação no topo para cabo de cobre de 35mm² e haste de 5/8"	un	4,00	180,00	720,00
2.7.5	Materiais complementares compostos de : porcas, parafusos, arruelas, abraçadeiras, etc.	un	1,00	370,80	370,80
2.8	Sistema de Aterramento da Subestação				
2.8.1	Cabo de cobre nu, seção de 50mm², têmpera meio dura	m	15,00	12,00	180,00



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

5/6

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB Flutuante

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.8.2	Cabo de cobre nu, seção de 35mm ² , têmpera meio dura	un	80,00	9,60	768,00
2.8.3	Haste de aterramento, de aço carbono revestido em cobre eletrolítico DN=5/8', 2,40m de comprimento, sem conector.	un	14,00	18,00	252,00
2.8.4	Eletroduto PVC rígido, Ø 1/2" x 3,0 m	un	3,00	3,20	9,60
2.8.5	Caixa de inspeção em alvenaria 30x30x60cm	un	4,00	210,00	840,00
2.8.6	Cartuchos e moldes para solda exotérmica	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
2.9	Montagem dos Materiais e Equipamentos	vb	1,00	24.361,99	24.361,99
	SUB-TOTAL 2				93.967,67
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
3.1	Curva de 22° 30' com flanges F°F° PN 16 DN 200	un	1,00	489,26	489,26
3.2	Curva de 90° com flanges F°F° PN 16 DN 150	un	8,00	202,04	1.616,35
3.3	Cruzeta com flanges em aço PN 16 DN 200 x 150 / DN 150 x 150	un	1,00	649,95	649,95
3.4	Colarinho para flange em pead PN 14 DN 200	un	6,00	214,48	1.286,90
3.5	Flange avulso em F°F° PN 16 DN 150	un	6,00	72,87	437,20
3.6	Junta de desmontagem travada axialmente PN 16 DN 150	un	3,00	1.361,77	4.085,31
3.7	Junta de desmontagem travada axialmente PN 16 DN 200	un	2,00	1.891,17	3.782,35
3.8	Toco com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 0,50m	un	3,00	441,47	1.324,40
3.9	Toco com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 0,25m	un	6,00	174,40	1.046,41
3.10	Toco com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 0,50m	un	2,00	433,66	867,32
3.11	Tê com flanges F°F° PN 16 DN 150 x 50	un	3,00	356,35	1.069,04
3.12	Tê com flanges F°F° PN 16 DN 200 x 100	un	1,00	584,99	584,99
3.13	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 2,00m	un	3,00	647,65	1.942,95
3.14	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 1,20m	un	3,00	567,94	1.703,82
3.15	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 1,50m	un	2,00	567,94	1.135,88
3.16	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 4,50m	un	1,00	1.330,27	1.330,27
3.17	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 1,00m	un	1,00	632,17	632,17
3.18	Tubo pead PN 14 DN 200, inclusive montagem	m	190,00	178,67	33.947,30
3.19	Arruela de amianto para flanges DN 50	un	6,00	2,05	12,28
3.20	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	2,00	4,73	9,46
3.21	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	49,00	8,55	419,11
3.22	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	10,00	10,63	106,33
3.23	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	40,00	4,46	178,35
3.24	Parafusos para flanges d= 20mm, L= 90mm	un	512,00	8,05	4.123,07
	SUB-TOTAL 3				62.780,47

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
					6/6
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB Flutuante					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
4	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
4.1	Conjunto moto-bomba submersível com capacidade para recalcar isoladamente a vazão de 17,205 l/s contra a altura manométrica de 71,04 m.c.a, rotação de 3480 r.p.m.	un	3,00	30.000,00	90.000,00
4.2	Medidor de vazão eletromagnético PN 16 DN 200	un	1,00	13.476,00	13.476,00
4.3	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 50	un	3,00	418,03	1.254,09
4.4	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 100	un	1,00	586,79	586,79
4.5	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 150	un	6,00	979,81	5.878,84
4.6	Válvula de retenção portinhola dupla PN 16 DN 150	un	3,00	701,95	2.105,84
4.7	Válvula controladora de bomba PN 16 DN 150	un	3,00	4.256,00	12.768,00
4.8	Ventosa tríplice função PN 16 DN 50	un	3,00	904,70	2.714,10
4.9	Ventosa tríplice função PN 16 DN 100	un	1,00	1.370,25	1.370,25
4.10	Flutuante em chapa de aço completo inclusive montagem, conforme projeto e especificações	un	1,00	130.000,00	130.000,00
	SUB-TOTAL 4				260.153,91
	TOTAL GERAL				448.075,59



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/8

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	1200,00	0,90	1.080,00
1.1.2	Locação da obra	m ²	140,00	3,46	484,40
1.1.3	Desapropriação	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
1.1.4	Placa da obra	m ²	2,00	118,84	237,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m ³	85,90	3,46	297,21
1.2.2	Escavação mecânica em piçarro até 2,00 m	m ³	17,42	4,08	71,07
1.2.3	Escavação mecânica em rocha branda até 2,00 m	m ³	17,72	14,87	263,50
1.2.4	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	85,90	11,10	953,49
1.2.5	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	17,43	18,29	318,70
1.2.6	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	18,73	57,03	1.067,89
1.2.7	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	37,45	70,12	2.625,99
1.2.8	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	119,00	7,83	931,77
1.2.9	Aterro compactado com aproveitamento do material	m ³	6,50	2,42	15,73
1.2.10	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	225,30	8,58	1.933,07
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	6,35	252,86	1.605,66
1.3.2	Concreto armado (Reservatório Elevado) fck= 20 Mpa, inclusive preparo e lançamento	m ³	36,75	1.447,52	53.196,36
1.3.3	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	42,90	1.154,33	49.520,76
1.3.4	Concreto simples	m ³	10,65	302,26	3.219,07
1.3.5	Colchão de brita	m ³	1,45	80,43	116,62
1.3.6	Colchão de areia	m ³	7,00	24,87	174,09
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1/2 vez	m ²	140,15	16,98	2.379,75
1.4.2	Elementos vazados de concreto	m ²	23,00	38,90	894,70
1.4.3	Coberta de telhas de fibrocimento ondulada inc. madeiramento	m ²	135,60	44,26	6.001,66
1.4.4	Esquadria de madeira inclusive assentamento e ferragens	m ²	9,05	174,68	1.580,85
1.4.5	Janela basculante inclusive vidros	m ²	0,60	148,59	89,15
1.4.6	Porta em ferro inclusive assentamento e ferragens	m ²	8,30	84,03	697,45
1.5	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	368,00	2,35	864,80
1.5.2	Massa única	m ²	368,00	10,89	4.007,52
1.5.3	Impermeabilização	m ²	148,00	23,67	3.503,16
1.5.4	Azulejo branco, inclusive emboço	m ²	9,80	36,66	359,27
1.5.5	Piso cerâmico comum	m ²	2,80	34,35	96,18

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
					2/8
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.5.6	Piso cimentado liso	m²	29,10	10,59	308,17
1.5.7	Lastro de impermeabilização - 8,0 cm	m²	31,75	20,63	655,00
1.5.8	Pintura PVA interna	m²	164,00	5,72	938,08
1.5.9	Pintura PVA externa	m²	114,00	6,20	706,80
1.5.10	Pintura a óleo nas esquadrias	m²	24,10	6,99	168,46
1.5.11	Pintura a óleo em esquadrias de ferro	m²	33,00	11,09	365,97
1.5.12	Pintura anticorrosiva	m²	40,00	8,70	348,00
1.6	Pavimentação				
1.6.1	Assentamento de paralelepípedo sobre colchão de areia	m²	285,00	23,37	6.660,45
1.6.2	Meio-fio granítico	m	80,00	16,16	1.292,80
1.7	Instalações Hidro-sanitárias				
1.7.1	Ponto de água	pt	4,00	28,66	114,64
1.7.2	Ponto de esgoto	pt	4,00	35,72	142,88
1.7.3	Fornecimento e instalação de chuveiro plástico	un	1,00	17,25	17,25
1.7.4	Lavatório inclusive ferragem	un	1,00	88,00	88,00
1.7.5	Bacia sanitária c/ tampa plástica e caixa de descarga acoplada	un	1,00	198,00	198,00
1.7.6	Torneira de jardim, inclusive instalação	un	1,00	54,68	54,68
1.8	Urbanização				
1.8.1	Cerca de contorno modelo CAGEPA	m	126,00	24,41	3.075,66
1.8.2	Portão de ferro modelo CAGEPA	m²	8,00	138,00	1.104,00
1.8.3	Grelha de ferro para canaletas de drenagem	m	80,00	94,84	7.587,20
1.8.4	Calçada de proteção	m²	16,00	21,05	336,80
1.9	Diversos				
1.9.1	Logotipo e letreiro padrão CAGEPA	un	1,00	450,00	450,00
1.9.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
1.9.3	Escada de ferro	kg	176,00	4,54	799,04
1.9.4	Guarda corpo em ferro galvanizado de 1 1/2"	m	7,50	53,31	399,83
1.9.5	Aquisição e instalação de talha e trolley manual, com viga "I" com capacidade para 1 tonelada	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
1.9.6	Tampa de inspeção e proteção em chapa de aço 1/4", inclusive fixação (Poço)	m²	1,50	162,23	243,35
1.9.7	Tampa de inspeção e proteção em chapa de aço 1/4", inclusive fixação (Canaleta)	m²	8,00	162,23	1.297,84
1.9.8	Fossa séptica com sumidouro p/ 05 pessoas	un	1,00	1.368,78	1.368,78
1.9.9	Fornecimento e colocação de caixa d'água de fibrocimento com tampa para 500 litros, inclusive	un	1,00	307,45	307,45
1.9.10	Esgotamento (1HP)	HPxH	100,00	1,42	142,00
1.9.11	Fornecimento e instalação de bidim	m²	18,00	7,41	133,38
	SUB-TOTAL 1				173.892,06



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

3/8

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO				
2.1	Estrutura de Chegada				
2.1.1	Poste duplo "T"-B400/11, em concreto armado	un	1,00	603,00	603,00
2.1.2	Cruzeta em concreto, para rede de 13,8 kV, padrão SAELPA	un	3,00	60,00	180,00
2.1.3	Parafuso galvanizado M16x400, rosca total	un	4,00	8,16	32,64
2.1.4	Parafuso galvanizado M16x350, rosca total	un	2,00	7,80	15,60
2.1.5	Isolador de disco, classe 15 kV	un	6,00	32,00	192,00
2.1.6	Isolador de pino, classe 15 kV	un	3,00	18,00	54,00
2.1.7	Alça preformada para cabo 4 AWG (ACSR)	un	3,00	5,00	15,00
2.1.8	Laço preformada para cabo 4 AWG (ACSR)	un	17,00	28,80	489,60
2.1.9	Arruela galvanizada, quadrada para parafuso M16	un	14,00	1,08	15,12
2.1.10	Porca galvanizada para parafuso M16	un	12,00	2,88	34,56
2.1.11	Porca olhal	un	12,00	12,00	144,00
2.1.12	Gancho de suspensão	un	3,00	13,20	39,60
2.1.13	Conector split-bolt para cabo 4 AWG (ACSR)	un	3,00	11,52	34,56
2.2	Subestação 112,5 kVA				
2.2.1	Poste duplo T-400/11 em concreto	un	1,00	603,00	603,00
2.2.2	Cruzeta de concreto armado 1,90 m, normal	un	3,00	60,00	180,00
2.2.3	Pára-raio tipo válvula para sistema de distribuição 15 kV-10kA	un	3,00	180,00	540,00
2.2.4	Chave fusível indicadora, unipolar, 15 kV, 100 A	un	3,00	252,00	756,00
2.2.5	Elo fusível 6K	un	3,00	9,60	28,80
2.2.6	Arruela quadrada galvanizada de 50x3 mm c/furo D=18mm	un	18,00	1,20	21,60
2.2.7	Arruela quadrada galvanizada de 32x3 mm c/furo D=18mm	un	2,00	0,80	1,60
2.2.8	Porca quadrada p/parafuso galvanizado, M16x2	un	4,00	2,88	11,52
2.2.9	Cabo de alumínio CAA 4AWG	m	60,00	1,80	108,00
2.2.10	Transformador trifásico de distribuição aérea, classe 15kV, potência de 112,5kVA, 13/8kV/380V	un	1,00	6.700,00	6.700,00
2.2.11	Gancho olhal	un	3,00	9,00	27,00
2.2.12	Manilha sapatilha p/alça preformada	un	3,00	14,40	43,20
2.2.13	Olhal para parafuso M16	un	3,00	14,40	43,20
2.2.14	Parafuso galvanizado M16 x 350 mm com 220 mm de rosca	un	4,00	7,80	31,20
2.2.15	Parafuso galvanizado M16 x 400 mm com 220 mm de rosca	un	4,00	8,16	32,64
2.2.16	Alça preformada de distribuição para cabo 4 ACSR	un	3,00	5,00	15,00
2.2.17	Isolador de suspensão de vidro, 15 kV	un	6,00	35,00	210,00
2.2.18	Isolador de pino, classe 15 kV	un	3,00	21,00	63,00
2.2.19	Cabo de aço cobreado, 7 x 10 AWG	Kg	15,00	40,80	612,00



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

4/8

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.2.20	Conector paralelo de bronze estanhado para cabo 7 x 10 AWG	un	7,00	28,80	201,60
2.2.21	Painel metálico, uso do tempo, para medição em B.T., fabricado no padrão Concessionária	un	1,00	1.800,00	1.800,00
2.2.22	Eletroduto de aço Ø 2 1/2" x 3,0 m	un	3,00	66,00	198,00
2.2.23	Curva PVC Ø 2 1/2"	un	3,00	30,00	90,00
2.2.24	Luva PVC Ø 2 1/2"	un	2,00	11,88	23,76
2.2.25	Bucha e arruela em duralumínio, Ø 2 1/2"	un	2,00	3,50	7,00
2.3	Proteção Geral em Baixa Tensão - 380V				
2.3.1	Painel de proteção dos circuitos do alimentador tronco (secundário do transformador), tipo metálico, auto-portante, tensão de 0,6kV, modulado, composto de: um disjuntor geral de proteção, tipo termomagnético - 200A-18kA, três TC's 250/5, um multimetro de grandezas elétricas, dois seccionadores tripolar, com fusíveis (63 e 250A), dois conjuntos de capacitores trifásico de B.T. de 5kVAr com fusíveis de proteção (25A) e contactor de comando (In=19A), cabeaço, conectores, etc., conforme diagrama unifilar e funcional.	un	1,00	4.500,00	4.500,00
2.4	Acionamento e Proteção dos Motores				
2.4.1	Centro de Controle de Motores -CCM : tipo metálico, auto-portante, modulado, para instalação abrigada, composto de: um módulo (um para cada motor) dotado de conjunto de chave de partida para motor de 75CV para acionamento de bomba. Cada módulo para acionamento do motor deverá ser constituído de: Três Fusíveis tipo Ultra-Rápido 315A, Um Contactor tripolar de 160A dotado de relé de sobrecorrente com ajuste para 50-200A, Uma Chave tipo Estática (Soft Start), 100A, para acionamento de motor de 75CV-380V, dotada de filtro de proteção, IHM digital, horímetro e demais componentes complementares de comando e sinalização, tipo: relés auxiliares, contactores auxiliares, sinalizadores de painel, botão de comando LIGA/DESLIGA, botão de parada de emergência, chave de mudança ON/OFF, chave MANUAL-AUTOMÁTICO, etc., conforme diagramas, unifilar e funcional.	un	2,00	14.500,00	29.000,00
2.5	Cabos				
2.5.1	ALIMENTAÇÃO GERAL E DOS CCM's				
2.5.1.1	Cabo de cobre isolado XLPE, 95 mm², classe 1kV, flexível	m	60,00	12,00	720,00
2.5.1.2	Terminal de compressão, p/cabo 95mm²	un	6,00	8,00	48,00
2.5.1.3	Cabo de cobre isolado XLPE, 50 mm², classe 1kV, flexível	m	20,00	17,00	340,00
2.5.1.4	Terminal de compressão, p/cabo 50mm²	un	1,00	6,00	6,00
2.5.2	ALIMENTAÇÃO DOS MOTORES				
2.5.2.1	Cabo de cobre, tripolar, isolado XLPE, 3x35mm², classe 1kV, flexível	m	30,00	16,00	480,00
2.5.2.2	Terminal de pressão em bronze p/1x35mm²	un	12,00	6,00	72,00
2.5.2.3	Box reto p/eletroduto flexível, Ø 2"	m	2,00	7,20	14,40
2.5.2.4	Eletroduto flexível, tipo "sealtube", Ø 2"x 1,0 m	un	2,00	12,00	24,00
2.5.3	ALIMENTAÇÃO DAS VÁLVULAS	un			
2.5.3.1	Eletroduto PVC rígido, Ø 1/2" x 3,0 m	un	4,00	4,56	18,24



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

5/8

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.5.3.2	Curva PVC Ø 1/2"	m	2,00	1,20	2,40
2.5.3.3	Luva PVC Ø 1/2"	un	4,00	0,48	1,92
2.5.3.4	Eletroduto flexível SEALTUBE, Ø 1/2" x 1,0 m		2,00	5,52	11,04
2.5.3.5	Cabo de cobre isolado, 4x1,5 mm², 750 V	un	50,00	2,50	125,00
2.5.3.6	Box reto Ø 1/2"	un	2,00	1,80	3,60
2.5.3.7	Caixa de passagem em alumínio fundido 30x30x12 cm	un	6,00	210,00	1.260,00
2.6	Serviços Auxiliares				
	ALIMENTAÇÃO E EQUIPAMENTOS P/ ILUMINAÇÃO				
2.6.1	Circuito ILUMINAÇÃO INTERNA				
2.6.1.1	Fio de cobre isolado, 1000V, 4mm² anti-chama	m	100,00	2,10	210,00
2.6.1.2	Fio de cobre isolado, 1000V, 2,5 mm² anti-chama	m	150,00	1,50	225,00
2.6.1.3	Eletroduto PVC rígido, Ø 3/4" x 3,0 m	un	15,00	4,80	72,00
2.6.1.4	Luva PVC, Ø 3/4"	un	10,00	0,84	8,40
2.6.1.5	Luminária tipo industrial, corpo refletor em chapa de alumínio repuxado e anodizado, para lâmpada multivapores metálicos de 100W, porta lâmpada com rosca E-27 e com suporte para fixação, completo com lâmpada, reator, etc.	un	4,00	265,00	1.060,00
2.6.1.6	Luminária tipo plafonier c/duas lâmpadas fluorescentes de 40 W, 220 V com reator de partida rápida 2 x 40 W, AFP, PHILIPS ou similar	un	8,00	160,00	1.280,00
2.6.1.7	Unidade combinada de Plug e Tomada blindada, com um elemento 3P+T - 380V-16A , montada em caixa de material termo-plástico	un	3,00	85,00	255,00
2.6.1.8	Unidade combinada de Plug e Tomada blindada, com um elemento 2P+T - 380V-16A , montada em caixa de material termo-plástico	un	3,00	65,00	195,00
2.6.1.9	Interruptor simples, de sobrepor, 10 A, PIAL ou similar	un	3,00	3,60	10,80
2.6.1.10	Quadro de Serviços Auxiliares composto de:	un	1,00	990,00	990,00
	Disj 3P 63A/5kA, C60	un	1,00		
	Seguranças tipo DIAZED com fusíveis 4A	un	3,00		
	Chave Comutadora de Voltímetro	un	1,00		
	Voltímetro FM 86mm, 0-500V	un	1,00		
	Disj 3P 30A/5kA, C60	un	1,00		
	Disj 3P 15A/5kA, C60	un	3,00		
	Disj 1P 20A/5kA, C60	un	4,00		
	Disj 1P 10A/5kA, C60	un	1,00		
	Barramento (3F,N,T)/Isoladores	un	1,00		
	Cabos e acessórios	un	1,00		
	CX P/20 módulos	un	1,00		



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

6/8

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.6.1.11	Caixa de passagem 4" x 2" em PVC	un	15,00	1,50	22,50
2.6.1.12	Caixa de passagem 3" x 3" em PVC	un	10,00	2,50	25,00
2.6.1.13	Bucha e arruela em duralumínio, Ø 3/4"	un	30,00	0,42	12,60
2.6.2	Circuito - ILUMINAÇÃO EXTERNA				
2.6.2.1	Luminária fechada, IP-54, tipo para iluminação pública, corpo refletor estampado em alumínio polido e anodizado, refrator em policarbonato injetado de alta pressão, com proteção anti UV e resistente a vandalismos, porta lâmpada de porcelana rosca E-40, pescoço fundido em liga de alumínio, com encaixe para tubo de f48, 1 a 60,4mm.	un	7,00	288,00	2.016,00
2.6.2.2	Braço galvanizado para iluminação pública, com 1600mm, para luminária com lâmpada de vapor de sódio de 100W	un	7,00	65,00	455,00
2.6.2.3	Relé foto-elétrico 220V-60Hz-1000W	un	7,00	24,00	168,00
2.6.2.4	Fio de cobre isolado, anti-chama, 4mm², 1000V	m	200,00	2,10	420,00
2.6.2.5	Fio de cobre isolado, anti-chama, 2,5 mm², 1000V	m	80,00	1,50	120,00
2.7	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas				
2.7.1	Poste de concreto DT-150/10	un	1,00	360,00	360,00
2.7.2	Cabo de cobre nu, têmpera mole, seção nominal 50mm², encordoamento classe 2 conforme normas ABNT NBR-5111.	un	80,00	12,00	960,00
2.7.3	Haste de aterramento, de aço carbono revestido em cobre eletrolítico DN=5/8', 2,40m de comprimento, com conector.	un	6,00	18,00	108,00
2.7.4	Conexão exotérmica, cabo a haste com cabo passante e derivação no topo para cabo de cobre de 35mm² e haste de 3/4"	un	4,00	180,00	720,00
2.7.5	Materiais complementares compostos de : porcas, parafusos, arruelas, abraçadeiras, etc.	un	1,00	429,60	429,60
2.8	Sistema de Aterramento da Subestação				
2.8.1	Cabo de cobre nu, seção de 50mm², têmpera meio dura	m	30,00	12,00	360,00
2.8.2	Cabo de cobre nu, seção de 35mm², têmpera meio dura	un	80,00	9,60	768,00
2.8.3	Haste de aterramento em aço cobreado, 5/8"x2.400mm	un	14,00	18,00	252,00
2.8.4	Eletroduto PVC rígido, Ø 1/2" x 3,0 m	un	3,00	3,20	9,60
2.8.5	Caixa de inspeção em alvenaria 30x30x60cm	un	4,00	210,00	840,00
2.8.6	Cartuchos e moldes para solda exotérmica	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
2.9	Montagem dos Materiais e Equipamentos	vb	1,00	22.811,92	22.811,92
	SUB-TOTAL 2				87.988,82
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
3.1	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	1,00	112,64	112,64
3.2	Curva de 90° com flanges F°F° PN 16 DN 150	un	2,00	202,04	404,09



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

7/8

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
3.3	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 200	un	6,00	303,20	1.819,17
3.4	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 300	un	1,00	970,72	970,72
3.5	Curva de 45° com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	1,00	116,33	116,33
3.6	Curva de 45° com flanges F°F° PN 16 DN 200	un	3,00	258,44	775,32
3.7	Extremidade bolsa flange F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	212,53	212,53
3.8	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	323,69	323,69
3.9	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 100	un	1,00	274,34	274,34
3.10	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	543,40	543,40
3.11	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 300	un	1,00	719,82	719,82
3.12	Flange cego F°F° PN 16 DN 200	un	1,00	91,94	91,94
3.13	Junta de desmontagem travada axialmente PN 16 DN 100	un	1,00	962,21	962,21
3.14	Junta de desmontagem travada axialmente PN 16 DN 150	un	2,00	1.361,77	2.723,54
3.15	Junta de desmontagem travada axialmente PN 10 DN 200	un	2,00	1.764,36	3.528,72
3.16	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 16 DN 150x80	un	2,00	223,40	446,80
3.17	Redução excêntrica com flanges F°F° PN 10 DN 200x100	un	2,00	464,55	929,09
3.18	Toco com flanges F°F° PN 16 DN 150 L= 0,25m	un	2,00	174,40	348,80
3.19	Toco com flanges e aba de vedação F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	539,84	539,84
3.20	Tê com flanges F°F° PN 16 DN 200x100	un	2,00	584,99	1.169,99
3.21	Tê com flanges F°F° PN 16 DN 200x150	un	2,00	548,69	1.097,39
3.22	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 200 L= 2,70m	un	1,00	1.008,39	1.008,39
3.23	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 200 L= 1,23m	un	2,00	704,41	1.408,81
3.24	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 1,68m	un	1,00	822,76	822,76
3.25	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 1,55m	un	1,00	721,24	721,24
3.26	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 2,05m	un	1,00	822,76	822,76
3.27	Tubo com flanges F°F° PN 16 DN 200 L= 1,73m	un	1,00	822,76	822,76
3.28	Tubo ponta flange F°F° PN 16 DN 200 L= 5,80m	un	1,00	1.370,25	1.370,25
3.29	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 300 L= 1,80m	un	1,00	1.252,82	1.252,82
3.30	Tubo vinilfort JE NBR 7362 DN 200	m	6,00	29,65	177,90
3.31	Tubo vinilfort JE NBR 7362 DN 400	m	18,00	111,73	2.011,14
3.32	Tubo vinilfort JE NBR 7362 DN 500	m	12,00	134,07	1.608,84
3.33	Tubulação em cerâmica DN 100	m	10,00	8,05	80,50
3.34	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	2,00	3,39	6,77
3.35	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	10,00	4,73	47,32
3.36	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	14,00	8,55	119,75
3.37	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	31,00	10,63	329,63



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

8/8

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 1

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
3.38	Arruela de amianto para flanges DN 300	un	2,00	22,14	44,27
3.39	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	96,00	4,46	428,03
3.40	Parafusos para flanges d= 20mm, L= 90mm	un	444,00	8,05	3.575,48
	SUB-TOTAL 3				34.769,79
4	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
4.1	Conjunto elevatório de eixo horizontal com capacidade para recalcar isoladamente a vazão de 24,55 l/s contra a altura manométrica de 115,66 m.c.a, rotação de 3560 r.p.m.	un	2,00	9.200,00	18.400,00
4.2	Medidor de vazão eletromagnético PN 16 DN 200	un	1,00	13.476,00	13.476,00
4.3	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10/16 DN 100	un	3,00	586,79	1.760,38
4.4	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 200	un	1,00	1.552,76	1.552,76
4.5	Registro de gaveta corpo curto com flanges e volante PN 16 DN 150	un	2,00	1.032,11	2.064,23
4.6	Registro de gaveta corpo curto com flanges e volante PN 10 DN 200	un	2,00	1.640,97	3.281,95
4.7	Válvula de retenção portinhola dupla PN 16 DN 150	un	2,00	701,95	1.403,89
4.8	Válvula controladora de bomba PN 16 DN 150	un	2,00	4.256,00	8.512,00
4.9	Ventosa triplice função PN 10 DN 100	un	1,00	1.370,25	1.370,25
	SUB-TOTAL 4				51.821,46
	TOTAL GERAL				348.472,14



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/4

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 2****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Locação da obra	m²	213,10	3,46	737,33
1.2	Fundações e Estruturas				
1.2.1	Concreto magro	m³	11,30	252,86	2.857,32
1.2.2	Concreto armado (Reservatório Elevado) fck= 20 Mpa, inclusive preparo e lançamento	m³	62,00	1.447,52	89.746,24
1.2.3	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	71,20	1.154,33	82.188,30
1.2.4	Colchão de brita	m³	2,15	80,43	172,92
1.2.5	Colchão de areia	m³	12,00	24,87	298,44
1.3	Fechamento				
1.3.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1/2 vez	m²	94,00	16,98	1.596,12
1.3.2	Elementos vazados de concreto	m²	15,00	38,90	583,50
1.3.3	Coberta de telhas de fibrocimento ondulada inc. madeiramento	m²	137,80	44,26	6.099,03
1.3.4	Esquadria de madeira inclusive assentamento e ferragens	m²	2,52	174,68	440,19
1.3.5	Porta em ferro inclusive assentamento e ferragens	m²	6,20	84,03	520,99
1.4	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.4.1	Chapisco de aderência	m²	227,00	2,35	533,45
1.4.2	Massa única	m²	227,00	10,89	2.472,03
1.4.3	Impermeabilização	m²	206,00	23,67	4.876,02
1.4.4	Pintura PVA interna	m²	74,10	5,72	423,85
1.4.5	Pintura PVA externa	m²	91,00	6,20	564,20
1.4.6	Pintura a óleo nas esquadrias	m²	6,30	6,99	44,04
1.4.7	Pintura a óleo em esquadrias de ferro	m²	12,40	11,09	137,52
1.4.8	Pintura anticorrosiva	m²	3,00	8,70	26,10
1.5	Instalações Hidro-sanitárias				
1.5.1	Ponto de água	pt	1,00	28,66	28,66
1.5.2	Torneira de jardim, inclusive instalação	un	1,00	54,68	54,68
1.6	Pavimentação				
1.6.1	Meio-fio granítico	m	32,15	16,16	519,54
1.6.2	Calçada de proteção	m²	30,45	21,05	640,97
1.7	Diversos				
1.7.1	Logotipo e letreiro padrão CAGEPA	un	1,00	450,00	450,00
1.7.2	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	4.000,00	4.000,00
1.7.3	Escada de ferro	kg	158,40	4,54	719,14
1.7.4	Guarda corpo em ferro galvanizado de 1 1/2"	m	2,00	53,31	106,62
1.7.5	Aquisição e instalação de talha e trolley manual, com viga "I" com capacidade para 1 tonelada	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
1.7.6	Tampa de inspeção e proteção em chapa de aço 1/4", inclusive fixação (Poço)	m²	1,00	162,23	162,23



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/4

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 2****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.7.7	Tampa de inspeção e proteção em chapa de aço 1/4", inclusive fixação (Canaletas)	m²	3,15	162,23	511,02
1.7.8	Esgotamento (1HP)	HPxH	100,00	1,42	142,00
1.7.9	Fornecimento e instalação de bidim	m²	28,00	7,41	207,48
	SUB-TOTAL 1				203.859,92
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 200	un	1,00	299,70	299,70
2.2	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 80	un	7,00	105,98	741,87
2.3	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	2,00	112,64	225,27
2.4	Curva de 90° com flanges F°F° PN 16 DN 100	un	4,00	112,64	450,55
2.5	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 150	un	6,00	202,04	1.212,26
2.6	Curva de 90° com flanges F°F° PN 16 DN 150	un	2,00	202,04	404,09
2.7	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 200	un	4,00	303,20	1.212,78
2.8	Curva de 45° com flanges F°F° PN 10 DN 80	un	1,00	114,05	114,05
2.9	Curva de 45° com flanges F°F° PN 16 DN 100	un	2,00	116,33	232,67
2.10	Curva de 45° com flanges F°F° PN 16 DN 150	un	3,00	188,28	564,83
2.11	Curva de 45° com flanges F°F° PN 16 DN 200	un	3,00	258,44	775,32
2.12	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 80	un	1,00	94,13	94,13
2.13	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	2,00	170,59	341,18
2.14	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	323,69	323,69
2.15	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 150	un	1,00	279,85	279,85
2.16	Extremidade ponta flange e aba de vedação F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	543,40	543,40
2.17	Flange cego F°F° PN 10 DN 80	un	1,00	33,33	33,33
2.18	Flange cego F°F° PN 16 DN 150	un	1,00	71,75	71,75
2.19	Flange cego F°F° PN 16 DN 200	un	1,00	91,94	91,94
2.20	Junta Gibault DN 80	un	1,00	86,46	86,46
2.21	Junta de desmontagem travada axialmente PN 10 DN 100	un	1,00	962,21	962,21
2.22	Junta de desmontagem travada axialmente PN 10 DN 150	un	2,00	1.361,77	2.723,54
2.23	Junta de desmontagem travada axialmente PN 10 DN 200	un	2,00	1.764,36	3.528,72
2.24	Junção com flanges PN 10 DN 80x80	un	2,00	251,90	503,80
2.25	Junção com flanges PN 16 DN 150x100	un	2,00	352,99	705,98
2.26	Junção com flanges PN 16 DN 200x150	un	2,00	608,54	1.217,07
2.27	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 10 DN 80x75	un	4,00	73,36	293,44
2.28	Redução concêntrica com flanges em aço F°F° PN 10 DN 80x1 1/2"	un	2,00	64,46	128,91
2.29	Redução concêntrica com flanges em aço F°F° PN 16 DN 100x80	un	2,00	162,57	325,13
2.30	Redução concêntrica com flanges em aço F°F° PN 10 DN 150x1 1/2"	un	2,00	223,40	446,80
2.31	Redução excêntrica com flanges em aço F°F° PN 10 DN 100x1 1/2"	un	2,00	173,07	346,14



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

3/4

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 2

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.32	Redução excêntrica com flanges em aço FºFº PN 10 DN 150x1 1/2"	un	2,00	271,78	543,57
2.33	Redução excêntrica com flanges em aço FºFº PN 10 DN 200x75	un	2,00	464,55	929,09
2.34	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 80 L= 0,50m	un	3,00	244,66	733,98
2.35	Toco com flanges FºFº PN 16 DN 100 L= 0,25m	un	2,00	125,64	251,27
2.36	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 100 L= 0,50m	un	2,00	158,82	317,64
2.37	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 150 L= 0,50m	un	2,00	441,47	882,94
2.38	Toco com flanges FºFº PN 16 DN 150 L= 0,25m	un	2,00	174,40	348,80
2.39	Toco com flanges e aba de vedação FºFº PN 10 DN 100	un	2,00	291,49	582,98
2.40	Toco com flanges e aba de vedação FºFº PN 10 DN 150	un	2,00	467,53	935,06
2.41	Toco com flanges e aba de vedação FºFº PN 10 DN 200	un	2,00	539,84	1.079,68
2.42	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 80x50	un	2,00	134,64	269,29
2.43	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 80x80	un	1,00	146,49	146,49
2.44	Tê com flanges FºFº PN 16 DN 150x100	un	2,00	382,35	764,69
2.45	Tê com flanges FºFº PN 16 DN 200x100	un	2,00	584,99	1.169,99
2.46	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 80 L= 1,10m	un	1,00	358,73	358,73
2.47	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 80 L= 4,00m	un	2,00	708,79	1.417,58
2.48	Tubo com flanges FºFº PN 16 DN 150 L= 0,95m	un	1,00	488,31	488,31
2.49	Tubo com flanges FºFº PN 16 DN 150 L= 1,00m	un	2,00	488,31	976,63
2.50	Tubo com flanges FºFº PN 16 DN 150 L= 1,80m	un	1,00	647,65	647,65
2.51	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 200 L= 0,60m	un	2,00	602,26	1.204,53
2.52	Tubo com flanges FºFº PN 16 DN 200 L= 1,40m	un	1,00	721,18	721,18
2.53	Tubo com flanges FºFº PN 16 DN 200 L= 1,20m	un	2,00	721,18	1.442,37
2.54	Tubo com flanges FºFº PN 16 DN 200 L= 2,45m	un	1,00	924,22	924,22
2.55	Tubo ponta flange FºFº PN 16 DN 200 L= 2,10m	un	1,00	822,70	822,70
2.56	Tubo ponta flange FºFº PN 10 DN 200 L= 1,55m	un	1,00	704,35	704,35
2.57	Tubo vinilfort JE NBR 7362 DN 200	m	15,00	29,65	444,75
2.58	Tubo vinilfort JE NBR 7362 DN 100	m	2,00	8,99	17,98
2.59	Tubulação em cerâmica DN 100	m	16,15	8,05	130,01
2.60	Arruela de amianto para flanges DN 50	un	2,00	2,05	4,09
2.61	Arruela de amianto para flanges DN 75	un	6,00	2,65	15,91
2.62	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	37,00	3,39	125,29
2.63	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	32,00	4,73	151,41
2.64	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	41,00	8,55	350,69
2.65	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	28,00	10,63	297,73
2.66	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	608,00	4,46	2.710,86
2.67	Parafusos para flanges d= 20mm, L= 90mm	un	608,00	8,05	4.896,15
SUB-TOTAL 2					47.089,45

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Estação de Bombeamento EB 2					4/4
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Conjunto elevatório de eixo horizontal com capacidade para recalcar isoladamente a vazão de 4,06 l/s contra a altura manométrica de 6,94mca, rotação de 3550rpm (Recalque para São João do Tigre)	un	2,00	1.198,00	2.396,00
3.2	Conjunto elevatório de eixo horizontal com capacidade para recalcar isoladamente a vazão de 12,47 l/s contra a altura manométrica de 142,30 m.c.a, rotação de 3550 r.p.m. (Recalque para São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê)	un	2,00	8.677,00	17.354,00
3.3	Conjunto elevatório de eixo horizontal com capacidade para recalcar isoladamente a vazão de 8,03 l/s contra a altura manométrica de 115,96mca, rotação de 3550rpm (Recalque para Cacimbinha)	un	2,00	4.254,00	8.508,00
3.4	Medidor de vazão eletromagnético PN 10 DN 80	un	1,00	10.188,00	10.188,00
3.5	Medidor de vazão eletromagnético PN 16 DN 150	un	1,00	12.828,00	12.828,00
3.6	Medidor de vazão eletromagnético PN 16 DN 200	un	1,00	13.476,00	13.476,00
3.7	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 80	un	2,00	492,92	985,83
3.8	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 100	un	2,00	586,79	1.173,59
3.9	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 100	un	4,00	586,79	2.347,18
3.10	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 150	un	1,00	979,81	979,81
3.11	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 150	un	1,00	979,81	979,81
3.12	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 200	un	1,00	1.552,76	1.552,76
3.13	Registro de gaveta corpo curto com flanges e volante PN 10 DN 80	un	2,00	501,49	1.002,99
3.14	Registro de gaveta corpo curto com flanges e volante PN 16 DN 100	un	2,00	627,94	1.255,89
3.15	Registro de gaveta corpo curto com flanges e volante PN 10 DN 150	un	2,00	1.032,11	2.064,23
3.16	Registro de gaveta corpo curto com flanges e volante PN 16 DN 150	un	2,00	1.032,11	2.064,23
3.17	Registro de gaveta corpo curto com flanges e volante PN 10 DN 200	un	2,00	1.640,97	3.281,95
3.18	Válvula de retenção portinhola dupla PN 10 DN 80	un	2,00	400,37	800,74
3.19	Válvula controladora de bomba PN 10 DN 75	un	2,00	2.433,00	4.866,00
3.20	Válvula de retenção portinhola dupla PN 16 DN 100	un	2,00	571,96	1.143,91
3.21	Válvula controladora de bomba PN 16 DN 100	un	2,00	2.949,00	5.898,00
3.22	Válvula de retenção portinhola dupla PN 16 DN 150	un	2,00	701,95	1.403,89
3.23	Válvula controladora de bomba PN 16 DN 150	un	2,00	4.256,00	8.512,00
3.24	Ventosa triplice função PN 10 DN 50	un	2,00	904,70	1.809,40
3.25	Ventosa triplice função PN 16 DN 100	un	2,00	1.370,25	2.740,50
	SUB-TOTAL 3				109.612,70
	TOTAL GERAL				360.562,07



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/3

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Tratamento de Água - ETA****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Locação da obra	m²	49,00	3,46	169,54
1.2	Fundações e Estruturas				
1.2.1	Concreto magro	m³	4,40	252,86	1.112,58
1.2.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	33,65	1.154,33	38.843,20
1.2.3	Concreto simples	m³	2,25	302,26	680,09
1.3	Fechamento				
1.3.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1/2 vez	m²	30,60	16,98	519,59
1.3.2	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m²	9,65	31,06	299,73
1.4	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.4.1	Chapisco de aderência	m²	80,50	2,35	189,18
1.4.2	Massa única	m²	40,25	10,89	438,32
1.5	Diversos				
1.5.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	30.000,00	30.000,00
1.5.2	Passarelas e escadas de acesso	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
1.5.3	Colchão de areia p/assentamento de tubos com 10cm de espessura	m³	3,00	24,87	74,61
1.5.4	Perfil em aço tipo I 5" x 3"	m	12,00	56,69	680,28
	SUB-TOTAL 1				75.007,12
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 250	un	1,00	441,01	441,01
2.2	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 200	un	2,00	299,70	599,41
2.3	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 450	un	2,00	2.677,25	5.354,51
2.4	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 250	un	6,00	572,28	3.433,68
2.5	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	303,20	303,20
2.6	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 150	un	13,00	202,04	2.626,56
2.7	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	4,00	112,64	450,55
2.8	Curva de 90° com flanges F°F° PN 10 DN 80	un	1,00	105,98	105,98
2.9	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 250	un	3,00	418,28	1.254,83
2.10	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	323,69	323,69
2.11	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	3,00	170,59	511,78
2.12	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 100	un	1,00	116,87	116,87
2.13	Junta Gibault DN 250	un	3,00	260,77	782,30
2.14	Junta Gibault DN 200	un	1,00	198,43	198,43
2.15	Junta Gibault DN 100	un	1,00	100,51	100,51
2.16	Redução ponta bolsa F°F° DN 250 x 200	un	1,00	286,50	286,50




ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/3

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estação de Tratamento de Água - ETA****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.17	Redução concêntrica com flanges FºFº PN 10 DN 250 x 200	un	1,00	563,26	563,26
2.18	Redução concêntrica com flanges FºFº PN 10 DN 200 x 150	un	3,00	537,93	1.613,79
2.19	Redução concêntrica com flanges FºFº PN 10 DN 150 x 80	un	1,00	223,40	223,40
2.20	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 0,50m	un	1,00	616,85	616,85
2.21	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 0,25m	un	4,00	490,87	1.963,50
2.22	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 200 L= 0,25m	un	1,00	318,98	318,98
2.23	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 150 L= 0,25m	un	4,00	174,40	697,60
2.24	Toco com flanges FºFº PN 10 DN 80 L= 0,25m	un	4,00	196,51	786,02
2.25	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 250	un	3,00	869,73	2.609,19
2.26	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 150	un	4,00	390,64	1.562,56
2.27	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 100	un	4,00	284,98	1.139,91
2.28	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 250 x 200	un	2,00	852,68	1.705,35
2.29	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 200 x 150	un	2,00	537,93	1.075,86
2.30	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 200 x 100	un	1,00	573,52	573,52
2.31	Tê com flanges FºFº PN 10 DN 150 x 80	un	3,00	368,71	1.106,13
2.32	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 450 L= 1,00m	un	2,00	1.759,32	3.518,65
2.33	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 1,20m	un	1,00	910,68	910,68
2.34	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 1,39m	un	1,00	910,68	910,68
2.35	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 1,60m	un	1,00	1.035,01	1.035,01
2.36	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 1,62m	un	1,00	1.035,01	1.035,01
2.37	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 1,54m	un	1,00	910,68	910,68
2.38	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 1,00m	un	1,00	785,22	785,22
2.39	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 250 L= 2,65m	un	1,00	1.286,08	1.286,08
2.40	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 200 L= 3,50m	un	1,00	1.110,40	1.110,40
2.41	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 150 L= 0,40m	un	2,00	441,55	883,10
2.42	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 150 L= 1,52m	un	1,00	567,94	567,94
2.43	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 150 L= 1,05m	un	2,00	488,31	976,63
2.44	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 100 L= 3,68m	un	4,00	759,40	3.037,61
2.45	Tubo com flanges FºFº PN 10 DN 80 L= 0,72m	un	1,00	358,73	358,73
2.46	Tubo ponta flange FºFº PN 10 DN 250 L= 1,25m	un	1,00	642,98	642,98
2.47	Tubo ponta flange FºFº PN 10 DN 250 L= 1,18m	un	3,00	642,98	1.928,95
2.48	Tubo ponta flange FºFº PN 10 DN 200 L= 3,16m	un	1,00	910,20	910,20
2.49	Tubo ponta flange FºFº PN 10 DN 150 L= 0,60m	un	1,00	324,32	324,32
2.50	Tubo ponta flange FºFº PN 10 DN 150 L= 1,40m	un	4,00	403,94	1.615,78
2.51	Tubo ponta flange FºFº PN 10 DN 100 L= 1,50m	un	1,00	318,12	318,12
2.52	Tubo cilíndrico FºFº DN 200 L=2,40m	un	1,00	1.323,17	1.323,17
2.53	Tubo cilíndrico FºFº DN 100 L=5,00m	un	1,00	1.017,05	1.017,05

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Estação de Tratamento de Água - ETA					3/3
					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.54	Tubo vinilfort JE NBR 7362 DN 200	m	51,00	29,65	1.512,15
2.55	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	14,00	3,39	47,41
2.56	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	22,00	4,73	104,10
2.57	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	54,00	8,55	461,88
2.58	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	13,00	10,63	138,23
2.59	Arruela de amianto para flanges DN 250	un	32,00	13,89	444,46
2.60	Arruela de amianto para flanges DN 450	un	5,00	59,04	295,21
2.61	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	288,00	4,46	1.284,09
2.62	Parafusos para flanges d= 20mm, L= 90mm	un	920,00	8,05	7.408,65
2.63	Parafusos para flanges d= 24mm, L= 100mm	un	100,00	13,08	1.308,35
	SUB-TOTAL 2				71.857,25
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Câmara de amortecimento cilíndrica (câmara de mistura rápida) fabricada em plástico reforçado em fibra de vidro (PRFV), Diâmetro 1500mm, provida de misturador hidráulico no seu interior, visor de nível com tubulações internas à câmara	un	1,00	7.500,00	7.500,00
3.2	Câmara de floculação cilíndrica, com um compartimento, fabricada PRFV, com floculador eletromecânico de eixo vertical do tipo palhetas, com controle através de inversor de frequência, Diâmetro 1700mm, e altura de 4000mm, de acordo com especificações do projeto	un	3,00	31.500,00	94.500,00
3.3	Decantador vertical, fabricado em PRFV, com galeria de distribuição de água floculada, poços de lodo tipo tronco cônico, módulos tubulares de 1000mm, calhas de coleta de água decantada, bocais de descarga de lodo, acompanhada de válvulas borboletas, largura de 1500mm, comprimento de 6000mm, altura de 4000mm, de acordo com as especificações do projeto	cj	1,00	130.000,00	130.000,00
3.4	Filtro cilíndrico, fabricado em PRFV, de dupla camada areia e antracito, tipo autolavável com distribuidores de fundo, calhas de coleta de água de lavagem, com barriletes de entrada de água floculada e saída de água filtrada, incluindo válvulas borboletas, material filtrante composto por areia, carvão antracito e pedregulho de apoio, com diâmetro de 1275mm e altura de 4000mm, conforme especificações do projeto	un	4,00	25.500,00	102.000,00
3.5	Câmara de equalização cilíndrica, fabricada PRFV, com tubulações internas, de acordo com especificações do projeto	un	1,00	3.000,00	3.000,00
3.6	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 200	un	1,00	1.552,76	1.552,76
3.7	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 100	un	1,00	586,79	586,79
3.8	Válvula borboleta com flanges com volante PN 10 DN 150	un	4,00	6.311,63	25.246,50
	SUB-TOTAL 3				364.386,06
	TOTAL GERAL				511.250,43



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/7

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Centro de Produção****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	3.600,00	0,90	3.240,00
1.1.2	Desapropriação	vb	1,00	15.000,00	15.000,00
1.1.3	Placa da obra	m ²	6,00	118,84	713,04
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação mecânica em terra até 2,00 m	m ³	465,98	3,46	1.612,28
1.2.2	Escavação mecânica em piçarro até 2,00 m	m ³	64,88	4,08	264,69
1.2.3	Escavação mecânica em rocha branda até 2,00 m	m ³	164,63	14,87	2.447,97
1.2.4	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	465,98	11,10	5.172,35
1.2.5	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	64,88	18,29	1.186,66
1.2.6	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	164,62	57,03	9.388,28
1.2.7	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	581,95	70,12	40.805,98
1.2.8	Reaterro de valas com aproveitamento do material	m ³	417,15	7,83	3.266,28
1.2.9	Aterro compactado com aproveitamento do material	m ³	84,00	2,42	203,28
1.2.10	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	2.049,14	8,58	17.581,60
1.2.11	Colchão de areia p/ assentamento de tubos com 10cm de espessura	m ³	13,00	24,87	323,31
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto simples	m ³	51,40	302,26	15.536,16
1.4	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.4.1	Pintura a óleo em esquadrias de ferro	m ²	16,00	11,09	177,44
1.4.2	Pintura anticorrosiva	m ²	58,40	8,70	508,08
1.5	Pavimentação				
1.5.1	Assentamento de paralelepípedo sobre colchão de areia	m ²	532,00	23,37	12.432,84
1.5.2	Meio-fio granítico	m	134,00	16,16	2.165,44
1.6	Urbanização				
1.6.1	Cerca de contorno modelo CAGEPA	m	236,00	24,41	5.760,76
1.6.2	Portão de ferro modelo CAGEPA	m ²	8,00	138,00	1.104,00
1.6.3	Grelha de ferro para canaletas de drenagem	m	58,40	94,84	5.538,66
1.7	Diversos				
1.7.1	Montagem das tubulações e acessórios de interligação	vb	1,00	500,00	500,00
	SUB-TOTAL 1				144.929,11
2	SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO				
2.1	Estrutura de Chegada				
2.1.1	Poste duplo "T"-B400/11, em concreto armado	un	1,00	603,00	603,00
2.1.2	Cruzeta em concreto, para rede de 13,8 kV, padrão SAELPA	un	3,00	60,00	180,00




ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/7

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Centro de Produção****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.1.3	Parafuso galvanizado M16x400, rosca total	un	4,00	8,16	32,64
2.1.4	Parafuso galvanizado M16x350, rosca total	un	2,00	7,80	15,60
2.1.5	Isolador de disco, classe 15 kV	un	6,00	32,00	192,00
2.1.6	Isolador de pino, classe 15 kV	un	3,00	18,00	54,00
2.1.7	Alça preformada para cabo 4 AWG (ACSR)	un	3,00	5,00	15,00
2.1.8	Laço preformada para cabo 4 AWG (ACSR)	un	17,00	28,80	489,60
2.1.9	Arruela galvanizada, quadrada para parafuso M16	un	14,00	1,08	15,12
2.1.10	Porca galvanizada para parafuso M16	un	12,00	2,88	34,56
2.1.11	Porca olhal	un	12,00	12,00	144,00
2.1.12	Gancho de suspensão	un	3,00	13,20	39,60
2.1.13	Conector split-bolt para cabo 4 AWG (ACSR)	un	3,00	11,52	34,56
2.2	Subestação 225 kVA				
2.2.1	Poste duplo T-400/11 em concreto	un	1,00	603,00	603,00
2.2.2	Cruzeta de concreto armado 1,90 m, normal	un	3,00	60,00	180,00
2.2.3	Pára-raio tipo válvula para sistema de distribuição 15 kV-10kA	un	3,00	180,00	540,00
2.2.4	Chave fusível indicadora, unipolar, 15 kV, 100 A	un	3,00	252,00	756,00
2.2.5	Elo fusível 6K	un	3,00	9,60	28,80
2.2.6	Arruela quadrada galvanizada de 50x3 mm c/furo D=18mm	un	18,00	1,20	21,60
2.2.7	Arruela quadrada galvanizada de 32x3 mm c/furo D=18mm	un	2,00	0,80	1,60
2.2.8	Porca quadrada p/parafuso galvanizado, M16x2	un	4,00	2,88	11,52
2.2.9	Cabo de alumínio CAA 4AWG	m	60,00	1,80	108,00
2.2.10	Transformador trifásico de distribuição aérea, classe 15 kV, potência de 225 kVA, 13/8 kV / 380 V	un	1,00	12.250,00	12.250,00
2.2.11	Gancho olhal	un	3,00	9,00	27,00
2.2.12	Manilha sapatilha p/alça preformada	un	3,00	14,40	43,20
2.2.13	Olhal para parafuso M16	un	3,00	14,40	43,20
2.2.14	Parafuso galvanizado M16 x 350 mm com 220 mm de rosca	un	4,00	7,80	31,20
2.2.15	Parafuso galvanizado M16 x 400 mm com 220 mm de rosca	un	4,00	8,16	32,64
2.2.16	Alça preformada de distribuição para cabo 4 ACSR	un	3,00	5,00	15,00
2.2.17	Isolador de suspensão de vidro, 15 kV	un	6,00	35,00	210,00
2.2.18	Isolador de pino, classe 15 kV	un	3,00	21,00	63,00
2.2.19	Cabo de aço cobreado, 7 x 10 AWG	Kg	15,00	40,80	612,00
2.2.20	Conector paralelo de bronze estanhado para cabo 7 x 10 AWG	un	7,00	28,80	201,60
2.2.21	Painel metálico, uso do tempo, para medição em B.T., fabricado no padrão Concessionária	un	1,00	1.800,00	1.800,00
2.2.22	Eletroduto de aço Ø 2 1/2" x 3,0 m	un	3,00	66,00	198,00
2.2.23	Curva PVC Ø 2 1/2"	un	3,00	30,00	90,00

<div>  <div> <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div> </div>					FOLHA
					3/7
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Centro de Produção					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.2.24	Luva PVC Ø 2 1/2"	un	2,00	11,88	23,76
2.2.25	Bucha e arruela em duralumínio, Ø 2 1/2"	un	2,00	3,50	7,00
2.3	Proteção Geral em Baixa Tensão - 380V				
2.3.1	Painel de proteção dos circuitos do alimentador tronco (secundário do transformador), tipo metálico, auto-portante, tensão de 0,6kV, modulado, composto de: um disjuntor geral de proteção, tipo termomagnético - 400A-18kA, três TC's 600/5, um multimetro de grandezas elétricas, três seccionadores tripolar, com fusíveis (63, 100 e 600A), quatro conjuntos de capacitores trifásico de B.T. de 5kVAr com fusíveis de proteção (25A) e contactor de comando (In=19A), cabeaço, conectores, etc., conforme diagrama unifilar e funcional.	un	1,00	6.500,00	6.500,00
2.4	Acionamento e Proteção dos Motores				
2.4.1	CCM-EB-02 : tipo metálico, auto-portante, modulado, instalação abrigada, composto de: módulo (um para cada motor) dotado de conjunto de chave de partida para motor de 70CV para acionamento de bomba. Cada módulo para acionamento do motor deverá ser constituído de: Três Fusíveis tipo Ultra-Rápido 315A, Um Contactor tripolar de 115A dotado de relé de sobrecorrente com ajuste para 50-200A, Uma Chave tipo Estática (Soft Start), 100A, para acionamento de motor de 70CV-380V, dotada de filtro de proteção, IHM digital, horímetro e demais componentes complementares de comando e sinalização, tipo: relés auxiliares, contactores auxiliares, sinalizadores de painel, botão de comando LIGA/DESLIGA, botão de parada de emergência, chave de mudança ON/OFF, chave MANUAL-AUTOMÁTICO, etc., conforme diagramas, unifilar e funcional. NOTA: Observar que a Chave Estática deverá prover Porta de Comunicação para possibilitar a sua integração com o Centro de Supervisão e Controle remoto. O padrão do protocolo de comunicação será definido pelo Projeto de Automação.	un	2,00	14.500,00	29.000,00
2.4.2	CCM-EB-02: tipo metálico, auto-portante, modulado, instalação abrigada, composto de: módulo (um para cada motor) dotado de conjunto de chave de partida para motor de 40CV para acionamento de bomba. Cada módulo para acionamento do motor deverá ser constituído de: Três Fusíveis tipo Ultra-Rápido 160A, Um Contactor tripolar de 65A dotado de relé de sobrecorrente com ajuste para 57-75A, Uma Chave tipo Estática (Soft Start), 70A, para acionamento de motor de 40CV-380V, dotada de filtro de proteção, IHM digital, horímetro e demais componentes complementares de comando e sinalização, tipo: relés auxiliares, contactores auxiliares, sinalizadores de painel, botão de comando LIGA/DESLIGA, botão de parada de emergência, chave de mudança ON/OFF, chave MANUAL-AUTOMÁTICO, etc., conforme diagramas, unifilar e funcional. NOTA: Observar que a Chave Estática deverá prover Porta de Comunicação para possibilitar a sua integração com o Centro de Supervisão e Controle remoto. O padrão do protocolo de comunicação será definido pelo Projeto de Automação.	un	2,00	12.500,00	25.000,00



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

4/7

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Centro de Produção

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.4.3	CCM-EB-02 : tipo metálico, auto-portante, modulado, instalação abrigada, composto de: dois conjuntos de chave de partida DIRETA para motor de 1CV para acionamento de bomba. Cada Conjunto de Partida DIRETA deverá ser constituído de: Três Fusíveis tipo Retardado 6A, Um Contactor tripolar de 7A dotado de relé de sobrecorrente com ajuste para 1,4-2A, horímetro e demais componentes complementares de comando e sinalização, tipo: relés auxiliares, contactores auxiliares, sinalizadores de painel, botão de comando LIGA/DESLIGA, botão de parada de emergência, chave de mudança ON/OFF, chave MANUAL-AUTOMÁTICO, etc., conforme diagramas, unifilar e funcional.	un	1,00	1.200,00	1.200,00
2.4.4	CCM-ETA : tipo metálico, auto-portante, modulado, instalação abrigada, composto de: Seis conjuntos de chave de partida DIRETA para motor de 1CV para acionamento de bomba. Cada Conjunto de Partida DIRETA deverá ser constituído de: Três Fusíveis tipo Retardado 6A, Um Contactor tripolar de 7A dotado de relé de sobrecorrente com ajuste para 1,4-2A, horímetro; Um conjunto de chave de partida DIRETA para motor de 3CV para acionamento de bomba. O Conjunto de Partida DIRETA deverá ser constituído de: Três Fusíveis tipo Retardado 6A, Um Contactor tripolar de 7A dotado de relé de sobrecorrente com ajuste para 3,5-5A, capacitor trifásico de 1kVAr e horímetro. Deverá ser considerado o fornecimento dos demais componentes complementares de comando e sinalização, tipo: relés auxiliares, contactores auxiliares, sinalizadores de painel, botão de comando LIGA/DESLIGA, botão de parada de emergência, chave de mudança ON/OFF, chave MANUAL-AUTOMÁTICO, etc., conforme diagramas, unifilar e funcional.	un	2,00	1.200,00	2.400,00
2.5	Cabos				
2.5.1	ALIMENTAÇÃO GERAL E DOS CCM's				
2.5.1.1	Cabo de cobre isolado XLPE, 240 mm², classe 1kV, flexível	m	90,00	80,00	7.200,00
2.5.1.2	Terminal de compressão, p/cabo 240mm²	un	6,00	8,00	48,00
2.5.1.3	Cabo de cobre isolado XLPE, 120 mm², classe 1kV, flexível	m	30,00	41,00	1.230,00
2.5.1.4	Terminal de compressão, p/cabo 120mm²	un	3,00	8,00	24,00
2.5.2	ALIMENTAÇÃO DOS MOTORES				
2.5.2.1	Cabo de cobre, tripolar, isolado XLPE, 3x35mm², classe 1kV, flexível	m	30,00	16,00	480,00
2.5.2.2	Terminal de pressão em bronze p/1x35mm²	un	12,00	6,00	72,00
2.5.2.3	Cabo de cobre, tripolar, isolado XLPE, 3x25mm², classe 1kV, flexível	m	30,00	12,00	360,00
2.5.2.4	Terminal de pressão em bronze p/1x25mm²	un	12,00	6,00	72,00
2.5.2.5	Cabo de cobre, tripolar, isolado XLPE, 3x4mm², classe 1kV, flexível	m	30,00	6,00	180,00
2.5.2.6	Terminal de pressão em bronze p/1x4mm²	un	12,00	2,50	30,00
2.5.2.7	Box reto p/eletroduto flexível, Ø 2"	m	6,00	7,20	43,20
2.5.2.8	Eletroduto flexível, tipo "sealtube", Ø 2"x 1,0 m	un	6,00	12,00	72,00
2.5.3	ALIMENTAÇÃO DAS VÁLVULAS	un			
2.5.3.1	Eletroduto PVC rígido, Ø 1/2" x 3,0 m	un	6,00	4,56	27,36



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

5/7

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Centro de Produção

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.5.3.2	Curva PVC Ø 1/2"	m	6,00	1,20	7,20
2.5.3.3	Luva PVC Ø 1/2"	un	4,00	0,48	1,92
2.5.3.4	Eletroduto flexível SEALTUBE, Ø 1/2" x 1,0 m		6,00	5,52	33,12
2.5.3.5	Cabo de cobre isolado, 4x1,5 mm², 750 V	un	100,00	2,50	250,00
2.5.3.6	Box reto Ø 1/2"	un	4,00	1,80	7,20
2.5.3.7	Caixa de passagem em alumínio fundido 30x30x12 cm	un	6,00	210,00	1.260,00
2.6	Serviços Auxiliares				
	ALIMENTAÇÃO E EQUIPAMENTOS P/ ILUMINAÇÃO				
2.6.1	Circuito ILUMINAÇÃO INTERNA				
2.6.1.1	Fio de cobre isolado, 1000V, 4mm² anti-chama	m	200,00	2,10	420,00
2.6.1.2	Fio de cobre isolado, 1000V, 2,5 mm² anti-chama	m	400,00	1,50	600,00
2.6.1.3	Eletroduto PVC rígido, Ø 3/4" x 3,0 m	un	25,00	4,80	120,00
2.6.1.4	Luva PVC, Ø 3/4"	un	15,00	0,84	12,60
2.6.1.5	Luminária tipo industrial, corpo refletor em chapa de alumínio repuxado e anodizado, para lâmpada multivapores metálicos de 100W, porta lâmpada com rosca E-27 e com suporte para fixação, completo com lâmpada, reator, etc.	un	8,00	265,00	2.120,00
2.6.1.6	Luminária tipo plafonier c/duas lâmpadas fluorescentes de 40 W, 220 V com reator de partida rápida 2 x 40 W, AFP, PHILIPS ou similar	un	17,00	160,00	2.720,00
2.6.1.7	Unidade combinada de Plug e Tomada blindada, com um elemento 3P+T - 380V-16A , montada em caixa de material termo-plástico	un	5,00	85,00	425,00
2.6.1.8	Unidade combinada de Plug e Tomada blindada, com um elemento 2P+T - 380V-16A , montada em caixa de material termo-plástico	un	5,00	65,00	325,00
2.6.1.9	Interruptor simples, de sobrepor, 10 A, PIAL ou similar	un	6,00	3,60	21,60
2.6.1.10	Quadro de Serviços Auxiliares composto de:	un	1,00	990,00	990,00
	Disj 3P 63A/5kA, C60	un	1,00		
	Seguranças tipo DIAZED com fusíveis 4A	un	3,00		
	Chave Comutadora de Voltímetro	un	1,00		
	Voltímetro FM 86mm, 0-500V	un	1,00		
	Disj 3P 30A/5kA, C60	un	1,00		
	Disj 3P 15A/5kA, C60	un	3,00		
	Disj 1P 20A/5kA, C60	un	4,00		
	Disj 1P 10A/5kA, C60	un	1,00		
	Barramento (3F,N,T)/Isoladores	un	1,00		
	Cabos e acessórios	un	1,00		
	CX P/20 módulos	un	1,00		



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

6/7

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Centro de Produção****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.6.1.11	Caixa de passagem 4" x 2" em PVC	un	30,00	1,50	45,00
2.6.1.12	Caixa de passagem 3" x 3" em PVC	un	15,00	2,50	37,50
2.6.1.13	Bucha e arruela em duralumínio, Ø 3/4"	un	50,00	0,42	21,00
2.6.2	Circuito - ILUMINAÇÃO EXTERNA				
2.6.2.1	Luminária fechada, IP-54, tipo para iluminação pública, corpo refletor estampado em alumínio polido e anodizado, refrator em policarbonato injetado de alta pressão, com proteção anti UV e resistente a vandalismos, porta lâmpada de porcelana rosca E-40, pescoço fundido em liga de alumínio, com encaixe para tubo de f48, 1 a 60,4mm.	un	17,00	288,00	4.896,00
2.6.2.2	Braço galvanizado para iluminação pública, com 1600mm, para luminária com lâmpada de vapor de sódio de 100W	un	17,00	65,00	1.105,00
2.6.2.3	Relé foto-elétrico 220V-60Hz-1000W	un	17,00	24,00	408,00
2.6.2.4	Fio de cobre isolado, anti-chama, 4mm², 1000V	m	600,00	2,10	1.260,00
2.6.2.5	Fio de cobre isolado, anti-chama, 2,5 mm², 1000V	m	200,00	1,50	300,00
2.7	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas				
2.7.1	Poste de concreto DT-150/10	un	3,00	360,00	1.080,00
2.7.2	Cabo de cobre nu, têmpera mole, seção nominal 50mm², encordoamento classe 2 conforme normas ABNT NBR-5111.	un	160,00	12,00	1.920,00
2.7.3	Haste de aterramento, de aço carbono revestido em cobre eletrolítico DN=5/8', 2,40m de comprimento, com conector.	un	10,00	18,00	180,00
2.7.4	Conexão exotérmica, cabo a haste com cabo passante e derivação no topo para cabo de cobre de 35mm² e haste de 3/4"	un	6,00	180,00	1.080,00
2.7.5	Materiais complementares compostos de : porcas, parafusos, arruelas, abraçadeiras, etc.	un	1,00	852,00	852,00
2.8	Sistema de Aterramento da Subestação				
2.8.1	Cabo de cobre nu, seção de 50mm², têmpera meio dura	m	30,00	12,00	360,00
2.8.2	Cabo de cobre nu, seção de 35mm², têmpera meio dura	un	80,00	9,60	768,00
2.8.3	Haste de aterramento em aço cobreado, 5/8"x2.400mm	un	14,00	18,00	252,00
2.8.4	Eletroduto PVC rígido, Ø 1/2" x 3,0 m	un	3,00	3,20	9,60
2.8.5	Caixa de inspeção em alvenaria 30x30x60cm	un	4,00	210,00	840,00
2.8.6	Cartuchos e moldes para solda exotérmica	vb	1,00	2.000,00	2.000,00
2.9	Montagem dos Materiais e Equipamentos	vb	1,00	42.144,94	42.144,94
	SUB-TOTAL 2				162.559,04
3	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
3.1	Curva de 45° com bolsas F°F° DN 200	un	1,00	238,56	238,56
3.2	Curva de 45° com bolsas F°F° DN 150	un	1,00	173,52	173,52



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

7/7

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Centro de Produção

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
3.3	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 200	un	4,00	299,70	1.198,82
3.4	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 150	un	1,00	196,76	196,76
3.5	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 100	un	2,00	126,09	252,18
3.6	Curva de 90° com bolsas F°F° DN 80	un	3,00	115,80	347,39
3.7	Curva de 22° 30' com flanges F°F° PN 16 DN 200	un	1,00	489,26	489,26
3.8	Tê com flanges F°F° PN 10 DN 200	un	1,00	553,95	553,95
3.9	Tubo com ponta e bolsa PVC DEF°F° 1MPa DN 200	m	77,00	57,62	4.436,74
3.10	Tubo com ponta e bolsa PVC DEF°F° 1MPa DN 100	m	37,00	17,09	632,33
3.11	Tubo com ponta e bolsa PRFV cl.16 DN 200	m	23,00	81,62	1.877,26
3.12	Tubo com ponta e bolsa PRFV cl.16 DN 150	m	16,00	61,27	980,32
3.13	Tubo com ponta e bolsa PRFV cl.6 DN 80	m	42,00	38,83	1.630,86
3.14	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 200 L= 2,50m	un	1,00	707,19	707,19
3.15	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 200 L= 2,55m	un	1,00	707,19	707,19
3.16	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 200 L= 2,90m	un	1,00	808,14	808,14
3.17	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 200 L= 4,45m	un	1,00	1.113,24	1.113,24
3.18	Tubo ponta flange F°F° PN 10 DN 200 L= 5,80m	un	1,00	1.376,57	1.376,57
3.19	Tubo ponta flange F°F° PN 16 DN 200 L= 5,80m	un	1,00	1.384,98	1.384,98
3.20	Tubo ponta flange F°F° PN 16 DN 150 L= 5,80m	un	1,00	965,98	965,98
3.21	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	6,00	10,63	63,80
3.22	Parafusos para flanges d= 20mm, L= 90mm	un	52,00	8,05	418,75
	SUB-TOTAL 3				20.553,78
4	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
4.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 200	un	2,00	1.552,76	3.105,53
	SUB-TOTAL 4				3.105,53
	TOTAL GERAL				331.147,45

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Lagoas de Lodo					1/1
					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Locação da obra	m²	861,00	3,46	2.979,06
1.2	Fundações e Estruturas				
1.2.1	Concreto magro	m³	2,00	252,86	505,72
1.2.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	25,35	1.154,33	29.262,27
1.3	Fechamento				
1.3.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1/2 vez	m²	6,00	16,98	101,88
1.4	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.4.1	Chapisco de aderência	m²	12,00	2,35	28,20
1.4.2	Massa única	m²	12,00	10,89	130,68
1.4.3	Pintura anticorrosiva	m²	1,00	8,70	8,70
1.5	Diversos				
1.5.1	Escada de ferro	kg	62,00	4,54	281,48
1.5.2	Enrocamento de pedra marroada arrumada	m³	8,70	57,44	499,73
	SUB-TOTAL 1				33.797,71
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Colarinho para flange em pead PN 2 DN 75	un	1,00	65,00	65,00
2.2	Flange solto em aço PN 10 DN 75	un	1,00	42,25	42,25
2.3	Curva de 45° com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	1,00	116,33	116,33
2.4	Extremidade bolsa flange F°F° PN 10 DN 100	un	1,00	97,58	97,58
2.5	Redução concêntrica com flanges em aço PN 10 DN 100 x 75	un	1,00	162,57	162,57
2.6	Tubo pead PN 2 DN 75	m	3,60	89,34	321,62
2.7	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	2,00	4,73	9,46
2.8	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	16,00	4,46	71,34
	SUB-TOTAL 2				886,15
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Conjunto moto-bomba submersível com capacidade para recalcar isoladamente a vazão de 8,50 l/s contra a altura manométrica de 8,00 m.c.a e potência de 3,0cv	un	2,00	2.140,00	4.280,00
	SUB-TOTAL 3				4.280,00
	TOTAL GERAL				38.963,86



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES:** Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha**UNID. DO SISTEMA:** Casa de Química**DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Locação da obra	m²	64,00	3,46	221,44
1.2	Fundações e Estruturas				
1.2.1	Concreto magro	m³	2,00	252,86	505,72
1.2.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	23,40	1.154,33	27.011,32
1.3	Fechamento				
1.3.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1/2 vez	m²	155,00	16,98	2.631,90
1.3.2	Coberta de telhas de fibrocimento ondulada inc. madeiramento	m²	91,70	44,26	4.058,64
1.3.3	Esquadria de madeira inclusive assentamento e ferragens	m²	17,80	174,68	3.109,30
1.4	Revestimento e Tratamento de Superfícies				
1.4.1	Chapisco de aderência	m²	383,00	2,35	900,05
1.4.2	Massa única	m²	383,00	10,89	4.170,87
1.4.3	Impermeabilização	m²	32,00	23,67	757,44
1.4.4	Azulejo branco, inclusive emboço	m²	10,00	36,66	366,60
1.4.5	Piso cerâmico comum	m²	67,00	34,35	2.301,45
1.4.6	Piso cimentado liso	m²	64,00	10,59	677,76
1.4.7	Lastro de impermeabilização - 8,0 cm	m²	5,10	20,63	105,21
1.4.8	Pintura PVA interna	m²	177,00	5,72	1.012,44
1.4.9	Pintura PVA externa	m²	117,00	6,20	725,40
1.4.10	Pintura a óleo nas esquadrias	m²	44,50	6,99	311,06
1.5	Instalações Hidro-sanitárias				
1.5.1	Ponto de água	pt	4,00	28,66	114,64
1.5.2	Ponto de esgoto	pt	4,00	35,72	142,88
1.5.3	Fornecimento e instalação de chuveiro plástico	un	1,00	17,25	17,25
1.5.4	Lavatório inclusive ferragem	un	1,00	88,00	88,00
1.5.5	Bacia sanitária c/ tampa plástica e caixa de descarga acoplada	un	1,00	198,00	198,00
1.5.6	Torneira de jardim, inclusive instalação	un	1,00	54,68	54,68
1.6	Pavimentação				
1.6.1	Meio-fio granítico	m	40,40	16,16	652,86
1.6.2	Calçada de proteção	m²	36,40	21,05	766,22
1.7	Diversos				
1.7.1	Montagem das tubulações de interligação	vb	1,00	100,00	100,00
1.7.2	Tampa de inspeção e proteção em chapa de aço 1/4", inclusive fixação (reservatório)	m²	0,36	162,23	58,40
1.7.3	Esgotamento (1HP)	HPxH	10,00	1,42	14,20



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Casa de Química

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.7.4	Calha para drenagem de águas pluviais DN 100 L=2,00m	un	1,00	60,00	60,00
1.7.5	Tablado em compensado naval com 20cm de espessura	m²	5,25	52,72	276,78
	SUB-TOTAL 1				51.410,52
2	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
2.1	Turbidímetro contínuo para água bruta, inclusive sistema de coleta contínua de amostras e dispositivo automático de limpeza, medição da turbidez pelo princípio intensivo de reflexão da luz	un	1,00	12.150,00	12.150,00
2.2	Turbidímetro contínuo para água tratada, inclusive sistema de coleta contínua de amostras e dispositivo automático de limpeza, medição da turbidez pelo princípio intensivo de reflexão da luz	un	1,00	12.150,00	12.150,00
2.3	Medidor contínuo de concentração hidrogênioica (pH neutro), para água bruta e final, do tipo amperímetro, com saída de 4 a 20mA, com interligação 10-24A, dotado de célula de medição, com sistema de auto-limpeza e eletrodo de medição sensível à concentração do íon hidrogênio, medição de pH de 4 a 12 com posição de 0,1.	un	2,00	7.182,00	14.364,00
2.4	Kit de preparação e dosagem de cal hidratada, com tanque com volume útil de 250 litros, misturador elétrico e bomba dosadora, conforme especificações técnicas	un	2,00	4.071,00	8.142,00
2.5	Kit de preparação e dosagem de sulfato de alumínio e hipoclorito, com tanque com volume útil de 500 litros, misturador elétrico e bomba dosadora, conforme especificações técnicas	un	4,00	4.347,00	17.388,00
	SUB-TOTAL 2				64.194,00
	TOTAL GERAL				115.604,52



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Caixa de Válvula de Bloqueio (9 Unidades)

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	110,00	0,90	99,00
1.1.2	Locação da obra	m ²	20,00	3,46	69,20
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	36,00	11,10	399,60
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	9,00	18,29	164,61
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	17,45	57,03	995,17
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	27,00	70,12	1.893,24
1.2.5	Reaterro compactado c/ aproveitamento do material escavado	m ³	36,00	7,83	281,88
1.2.6	Reaterro compactado c/ material de empréstimo	m ³	19,35	22,85	442,15
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	82,80	8,58	710,42
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	1,15	252,86	290,79
1.3.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	4,00	1.154,33	4.617,32
1.3.3	Colchão de brita	m ³	5,10	80,43	410,19
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1/2 vez	m ²	59,00	16,98	1.001,82
1.5	Revestimento e tratamento de superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	118,00	2,35	277,30
1.5.2	Massa única	m ²	59,00	10,89	642,51
1.6	Diversos				
1.6.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	500,00	500,00
	SUBTOTAL 1				12.795,21
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Junta Gibault DN 200	un	5,00	198,43	992,15
2.2	Junta Gibault DN 150	un	3,00	165,16	495,48
2.3	Junta Gibault DN 100	un	1,00	100,51	100,51
2.4	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 200	un	2,00	323,69	647,38
2.5	Extremidade ponta flange F°F° PN 16 DN 200	un	3,00	330,16	990,48
2.6	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	2,00	170,59	341,18
2.7	Extremidade ponta flange F°F° PN 16 DN 150	un	1,00	170,59	170,59
2.8	Extremidade ponta flange F°F° PN 16 DN 100	un	1,00	116,87	116,87
2.9	Extremidade bolsa flange F°F° PN 10 DN 200	un	2,00	212,53	425,07



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Caixa de Válvula de Bloqueio (9 Unidades)

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.10	Extremidade bolsa flange F°F° PN 16 DN 200	un	3,00	216,78	650,35
2.11	Extremidade bolsa flange F°F° PN 10 DN 150	un	2,00	138,06	276,12
2.12	Extremidade bolsa flange F°F° PN 16 DN 150	un	1,00	138,06	138,06
2.13	Extremidade bolsa flange F°F° PN 16 DN 100	un	1,00	97,58	97,58
2.14	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	10,00	10,63	106,33
2.15	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	6,00	8,55	51,32
2.16	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	2,00	4,73	9,46
2.17	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	16,00	4,46	71,34
2.18	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	152,00	8,05	1.224,04
	SUBTOTAL 2				6.904,32
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 200	un	2,00	1.552,76	3.105,53
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 200	un	3,00	1.552,76	4.658,29
3.3	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10/16 DN 150	un	3,00	979,81	2.939,42
3.4	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10/16 DN 100	un	1,00	586,79	586,79
	SUBTOTAL 3				11.290,03
	TOTAL GERAL				30.989,56



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2


SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 1 (2 Unidades)

DATA
DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	56,70	0,90	51,03
1.1.2	Locação da obra	m ²	21,00	3,46	72,66
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	23,60	11,10	261,96
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	5,90	18,29	107,91
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	11,80	57,03	672,95
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	17,70	70,12	1.241,12
1.2.5	Reaterro compactado c/ aproveitamento do material escavado	m ³	23,30	7,83	182,44
1.2.6	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	54,90	8,58	471,04
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	0,80	252,86	202,29
1.3.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	3,40	1.154,33	3.924,72
1.3.3	Concreto simples (blocos de apoio)	m ³	0,10	302,26	30,23
1.3.4	Colchão de brita	m ³	6,40	80,43	514,75
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m ²	31,50	31,06	978,39
1.5	Revestimento e tratamento de superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	63,00	2,35	148,05
1.5.2	Massa única	m ²	31,50	10,89	343,04
1.6	Diversos				
1.6.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	600,00	600,00
	SUBTOTAL 1				9.802,58
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 90° com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	4,00	112,65	450,58
2.2	Colar de tomada F°F° DN 100 x 1"	un	4,00	4,49	17,96
2.3	Junta Gibault DN 150	un	2,00	165,16	330,32
2.4	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 200	un	4,00	323,69	1.294,75
2.5	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	4,00	170,59	682,37
2.6	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 100 L=0,71m	un	2,00	388,73	777,46
2.7	Toco com flanges F°F° PN 10 DN 100 L=0,25m	un	6,00	125,64	753,81
2.8	Tê com flanges F°F° PN 10 DN 150	un	4,00	390,64	1.562,56
2.9	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 10 DN 200 x 150	un	4,00	537,93	2.151,72

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 1 (2 Unidades)					2/2
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.10	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	4,00	10,63	42,53
2.11	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	14,00	8,55	119,75
2.12	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	20,00	4,73	94,63
2.13	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	160,00	4,46	713,39
2.14	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	144,00	8,05	1.159,61
	SUBTOTAL 2				10.151,44
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Válvula redutora de pressão PN 10 DN 150	un	2,00	2.726,00	5.452,00
3.2	Válvula Tipo globo com flanges PN 10 DN 100	un	2,00	774,20	1.548,40
3.3	Manômetro rosca externa DN 1" Escala 0-150 m.c.a	un	2,00	20,00	40,00
3.4	Manômetro rosca externa DN 1" Escala 0-80 m.c.a	un	2,00	20,00	40,00
3.5	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 100	un	4,00	586,79	2.347,18
3.6	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 150	un	4,00	979,81	3.919,22
	SUBTOTAL 3				13.346,80
	TOTAL GERAL				33.300,83



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 2 (3 Unidades)****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	94,00	0,90	84,60
1.1.2	Locação da obra	m ²	32,20	3,46	111,41
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	38,45	11,10	426,80
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	9,60	18,29	175,58
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	19,25	57,03	1.097,83
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	28,80	70,12	2.019,46
1.2.5	Reaterro compactado c/ aproveitamento do material escavado	m ³	38,45	7,83	301,06
1.2.6	Reaterro compactado c/ material de empréstimo	m ³	2,50	22,85	57,13
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	89,40	8,58	767,05
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	1,40	252,86	354,00
1.3.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	5,85	1.154,33	6.752,83
1.3.4	Concreto simples (blocos de apoio)	m ³	0,10	302,26	30,23
1.3.5	Colchão de brita	m ³	9,30	80,43	748,00
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m ²	57,00	31,06	1.770,42
1.5	Revestimento e tratamento de superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	114,00	2,35	267,90
1.5.2	Massa única	m ²	57,00	10,89	620,73
1.6	Diversos				
1.6.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	900,00	900,00
	SUBTOTAL 1				16.485,02
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 90° com flanges F°F° PN 10/16 DN 80	un	6,00	105,98	635,89
2.2	Colar de tomada F°F° DN 80 x 1"	un	6,00	4,00	24,00
2.3	Junta Gibault DN 80	un	3,00	86,46	259,37
2.4	Extremidade ponta flange F°F° PN 10/16 DN 80	un	6,00	94,13	564,75
2.5	Extremidade bolsa flange F°F° PN 10/16 DN 100	un	4,00	97,58	390,31
2.6	Extremidade bolsa flange F°F° PN 10 DN 150	un	2,00	138,06	276,12
2.7	Tubo com flanges em aço DN 75 L=0,80m	un	3,00	358,73	1.076,18
2.8	Tubo com flanges em aço DN 75 L=0,40m	un	6,00	358,73	2.152,36



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 2 (3 Unidades)****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.9	Tubo com flanges F°F° PN 10/16 DN 80 L=2,00m	un	3,00	473,54	1.420,62
2.10	Toco com flanges F°F° PN 10/16 DN 80 L=0,50m	un	3,00	244,66	733,98
2.11	Tê com flanges F°F° PN 10/16 DN 80	un	6,00	146,49	878,95
2.12	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 10/16 DN 100 x 80	un	4,00	162,57	650,26
2.13	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 10 DN 150 x 80	un	2,00	223,40	446,80
2.14	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 10/16 DN 80 x 75	un	12,00	73,36	880,32
2.15	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	2,00	8,55	17,11
2.16	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	4,00	4,73	18,93
2.17	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	45,00	3,39	152,38
2.18	Arruela de amianto para flanges DN 75	un	27,00	2,65	71,60
2.19	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	624,00	4,46	2.782,20
2.20	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	48,00	8,05	386,54
	SUBTOTAL 2				13.818,68
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Válvula redutora de pressão PN 10/16 DN 75	un	3,00	1.322,00	3.966,00
3.2	Válvula redutora de pressão e controladora de vazão PN 10/16 DN 75 e placa de orifício	un	2,00	2.113,00	4.226,00
3.3	Válvula Tipo globo com flanges PN 10/16 DN 75	un	3,00	663,60	1.990,80
3.4	Manômetro rosca externa DN 1" Escala 0-150 m.c.a	un	3,00	20,00	60,00
3.5	Manômetro rosca externa DN 1" Escala 0-80 m.c.a	un	3,00	20,00	60,00
3.6	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10/16 DN 80	un	12,00	492,92	5.914,99
	SUBTOTAL 3				16.217,79
	TOTAL GERAL				46.521,49



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 3 (1 Unidade)****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	31,00	0,90	27,90
1.1.2	Locação da obra	m ²	10,60	3,46	36,68
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	12,60	11,10	139,86
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	3,20	18,29	58,53
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	6,35	57,03	362,14
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	9,50	70,12	666,14
1.2.5	Reaterro compactado c/ aproveitamento do material escavado	m ³	12,60	7,83	98,66
1.2.6	Reaterro compactado c/ material de empréstimo	m ³	1,00	22,85	22,85
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	29,50	8,58	253,11
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	0,45	252,86	113,79
1.3.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	1,90	1.154,33	2.193,23
1.3.3	Concreto simples (blocos de apoio)	m ³	0,10	302,26	30,23
1.3.4	Colchão de brita	m ³	3,00	80,43	241,29
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m ²	18,80	31,06	583,93
1.5	Revestimento e tratamento de superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	37,60	2,35	88,36
1.5.2	Massa única	m ²	18,80	10,89	204,73
1.6	Diversos				
1.6.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	300,00	300,00
	SUBTOTAL 1				5.421,41
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Curva 90° com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	2,00	112,65	225,29
2.2	Colar de tomada F°F° DN 100 x 1"	un	2,00	4,49	8,98
2.3	Junta Gibault DN 100	un	1,00	100,51	100,51
2.4	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 100	un	2,00	116,87	233,75
2.5	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 100 L=1,00m	un	1,00	388,73	388,73
2.6	Tubo com flanges F°F° PN 10 DN 100 L=0,75m	un	1,00	388,73	388,73
2.7	Toco com flanges F°F° PN 10 DN 100 L=0,50m	un	1,00	158,82	158,82
2.8	Toco com flanges F°F° PN 10 DN 100 L=0,25m	un	2,00	125,64	251,27



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú

LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha

UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 3 (1 Unidade)

DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.9	Tê com flanges F°F° PN 10 DN 100	un	2,00	284,98	569,95
2.10	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 10 DN 200 x 100	un	2,00	526,15	1.052,30
2.11	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	2,00	10,63	21,27
2.12	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	19,00	4,73	89,90
2.13	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	152,00	4,46	677,72
2.14	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	16,00	8,05	128,85
	SUBTOTAL 2				4.296,05
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Válvula redutora de pressão PN 10 DN 100	un	1,00	1.693,00	1.693,00
3.2	Válvula Tipo globo com flanges PN 10 DN 100	un	1,00	774,20	774,20
3.3	Manômetro rosca externa DN 1" Escala 0-150 m.c.a	un	1,00	20,00	20,00
3.4	Manômetro rosca externa DN 1" Escala 0-80 m.c.a	un	1,00	20,00	20,00
3.5	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 100	un	1,00	586,79	586,79
3.6	Medidor de vazão eletromagnético PN 10 DN 100	un	1,00	10.842,00	10.842,00
	SUBTOTAL 3				13.935,99
	TOTAL GERAL				23.653,46



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

1/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha****UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 4 (1 Unidade)****DATA****DEZ/2005**

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m ²	19,50	0,90	17,55
1.1.2	Locação da obra	m ²	5,50	3,46	19,03
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m ³	7,30	11,10	81,03
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m ³	1,85	18,29	33,84
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m ³	3,65	57,03	208,16
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m ³	5,50	70,12	385,66
1.2.5	Reaterro compactado c/ aproveitamento do material escavado	m ³	7,30	7,83	57,16
1.2.6	Reaterro compactado c/ material de empréstimo	m ³	1,60	22,85	36,56
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m ³	17,00	8,58	145,86
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m ³	0,30	252,86	75,86
1.3.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m ³	1,10	1.154,33	1.269,76
1.3.3	Concreto simples (blocos de apoio)	m ³	0,10	302,26	30,23
1.3.4	Colchão de brita	m ³	1,50	80,43	120,65
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m ²	11,00	31,06	341,66
1.5	Revestimento e tratamento de superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m ²	22,00	2,35	51,70
1.5.2	Massa única	m ²	11,00	10,89	119,79
1.6	Diversos				
1.6.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	150,00	150,00
	SUBTOTAL 1				3.144,49
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Junta Gibault DN 80	un	1,00	86,46	86,46
2.2	Extremidade ponta flange F°F° PN 16 DN 80	un	2,00	94,13	188,25
2.3	Extremidade bolsa flange F°F° PN 16 DN 200	un	2,00	216,78	433,57
2.4	Placa de redução em aço PN 16 DN 200 x 80	un	2,00	261,41	522,82
2.5	Toco com flanges F°F° PN 16 DN 80 L=0,50m	un	1,00	244,66	244,66
2.6	Redução concêntrica com flanges F°F° PN 16 DN 80 x 75	un	2,00	73,36	146,72
2.7	Arruela de amianto para flanges DN 200	un	2,00	10,63	21,27
2.8	Arruela de amianto para flanges DN 80	un	6,00	3,39	20,32



ESTIMATIVA DE CUSTO

FOLHA

2/2

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú


LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha


UNID. DO SISTEMA: Estrutura de Controle - Tipo 4 (1 Unidade)


DATA

DEZ/2005

ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.9	Arruela de amianto para flanges DN 75	un	2,00	2,65	5,30
2.10	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	64,00	4,46	285,35
2.11	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	24,00	8,05	193,27
	SUBTOTAL 2				2.147,99
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Válvula redutora de pressão PN 16 DN 75	un	1,00	1.322,00	1.322,00
3.2	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 16 DN 80	un	2,00	492,92	985,83
	SUBTOTAL 3				2.307,83
	TOTAL GERAL				7.600,31

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Caixa de Medição (2 Unidades) - uma a ser instalada na entrada da ETA de Camalaú e outra no Reservatório de Zabelê					1/2
					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS				
1.1	Serviços Preliminares				
1.1.1	Limpeza e raspagem do terreno	m²	38,00	0,90	34,20
1.1.2	Locação da obra	m²	11,00	3,46	38,06
1.2	Movimento de Terra				
1.2.1	Escavação manual em terra até 2,00 m	m³	14,20	11,10	157,62
1.2.2	Escavação em piçarro até 2,00 m	m³	3,50	18,29	64,02
1.2.3	Escavação em rocha branda até 2,00 m	m³	7,10	57,03	404,91
1.2.4	Escavação em rocha dura até 2,00 m	m³	10,60	70,12	743,27
1.2.5	Reaterro compactado c/ aproveitamento do material escavado	m³	14,20	7,83	111,19
1.2.6	Reaterro compactado c/ material de empréstimo	m³	3,10	22,85	70,84
1.2.7	Bota fora, inclusive carga e descarga até 2,0 km	m³	32,90	8,58	282,28
1.3	Fundações e Estruturas				
1.3.1	Concreto magro	m³	0,55	252,86	139,07
1.3.2	Concreto armado fck= 18 MPa, inclusive preparo e lançamento	m³	1,85	1.154,33	2.135,51
1.3.3	Concreto simples (blocos de apoio)	m³	0,10	302,26	30,23
1.3.4	Colchão de brita	m³	2,95	80,43	237,27
1.4	Fechamento				
1.4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez	m²	21,00	31,06	652,26
1.5	Revestimento e tratamento de superfícies				
1.5.1	Chapisco de aderência	m²	42,00	2,35	98,70
1.5.2	Massa única	m²	21,00	10,89	228,69
1.6	Diversos				
1.6.1	Montagem de equipamentos hidromecânicos	vb	1,00	600,00	600,00
	SUBTOTAL 1				6.028,11
2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS HIDRÁULICOS				
2.1	Junta Gibault DN 150	un	1,00	165,16	165,16
2.2	Junta Gibault DN 100	un	1,00	100,51	100,51
2.3	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 150	un	1,00	170,59	170,59
2.4	Extremidade ponta flange F°F° PN 10 DN 100	un	1,00	116,87	116,87
2.5	Toco com flanges F°F° PN 10 DN 150 L=0,25m	un	2,00	174,40	348,80
2.6	Toco com flanges F°F° PN 10 DN 100 L=0,25m	un	2,00	125,64	251,27
2.7	Arruela de amianto para flanges DN 150	un	12,00	8,55	102,64

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Caixa de Medição (2 Unidades) - uma a ser instalada na entrada da ETA de Camalaú e outra no Reservatório de Zabelê					2/2
					DATA DEZ/2005
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
2.8	Arruela de amianto para flanges DN 100	un	12,00	4,73	56,78
2.9	Parafusos para flanges d=16mm, L=80mm	un	96,00	4,46	428,03
2.10	Parafusos para flanges d=20mm, L=90mm	un	96,00	8,05	773,08
	SUBTOTAL 2				2.513,73
3	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
3.1	Medidor de vazão eletromagnético PN 10 DN 150	un	1,00	12.828,00	12.828,00
3.2	Medidor de vazão eletromagnético PN 10 DN 100	un	1,00	10.842,00	10.842,00
3.3	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 150	un	2,00	979,81	1.959,61
3.4	Registro de gaveta corpo curto com flanges e cabeçote PN 10 DN 100	un	2,00	586,79	1.173,59
	SUBTOTAL 3				26.803,20
	TOTAL GERAL				35.345,05

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Sistema de Supervisão e Controle - Fornecimento e Montagem					1/3
					DATA DEZ/2005
ÍTEMS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	ESTAÇÃO EB F				
1.1	UTR Completa (Painel c/ CLP 32 Entradas Digitais, 16 Saídas Digitais , 04 Entradas Analógicas, 03 Portas Seriais, IHM, Fonte de Alimentação, Filtro, No Break, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	15.926,42	15.926,42
1.2	UDC Completa (Painel, Modem, Estação de Rádio Completa, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	8.070,92	8.070,92
1.3	Medidor de Pressão – 0 a 20 Bar, Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	1.409,98	1.409,98
1.4	Medidores de Multigrandezas Elétricas, com saída MODBUS RTU	pç.	3,00	1.175,86	3.527,57
1.5	TC's (Transformadores de Corrente), 300 / 5 A	pç.	9,00	113,70	1.023,26
1.6	Microinterruptores, 2 contatos de 6 A	pç.	2,00	48,62	97,24
1.7	Sirene, 10 a 28 Vcc, mínimo 25 watts	pç.	1,00	52,36	52,36
	SUB-TOTAL 1				30.107,75
2	ESTAÇÃO EB 1				
2.1	UTR Completa (Painel c/ CLP 32 Entradas Digitais, 16 Saídas Digitais, 04 Entradas Analógicas, 03 Portas Seriais, IHM, Fonte de Alimentação, Filtro, No Break, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	15.926,42	15.926,42
2.2	UDC Completa (Painel, Modem, Estação de Rádio Completa, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	8.070,92	8.070,92
2.3	Transdutor de Nível Ultrassônico – range de 0 a 5 metros , Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	4.010,78	4.010,78
2.4	Medidor de Pressão – 0 a 20 Bar, Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	1.409,98	1.409,98
2.5	Medidores de Multigrandezas Elétricas, com saída MODBUS RTU	pç.	2,00	1.175,86	2.351,71
2.6	TC's (Transformadores de Corrente), 150 / 5 A	pç.	3,00	80,78	242,35
2.7	Microinterruptores, 2 contatos de 6 A	pç.	2,00	48,62	97,24
2.8	Sirene, 10 a 28 Vcc, mínimo 25 watts	pç.	1,00	52,36	52,36
	SUB-TOTAL 2				32.161,76
3	ESTAÇÃO EB 2/1 (P/ SÃO JOÃO DO TIGRE)				
3.1	UTR Completa (Painel c/ CLP 32 Entradas Digitais, 16 Saídas Digitais, 04 Entradas Analógicas, 03 Portas Seriais, IHM, Fonte de Alimentação, Filtro, No Break, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	14.571,79	14.571,79
3.2	UDC Completa (Painel, Modem, Estação de Rádio Completa, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	8.070,92	8.070,92
3.3	Transdutor de Nível Ultrassônico – range de 0 a 5 metros, Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	4.010,78	4.010,78
3.4	Medidor de Pressão – 0 a 10 Bar, Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	1.409,98	1.409,98
3.5	Medidores de Multigrandezas Elétricas, com saída MODBUS RTU	pç.	2,00	1.175,86	2.351,71
3.6	TC's (Transformadores de Corrente), 150 / 5 A	pç.	2,00	80,78	161,57
3.7	Microinterruptore, 2 contatos de 6 A	pç.	2,00	48,62	97,24
3.8	Sirene, 10 a 28 Vcc, mínimo 25 watts	pç.	1,00	52,36	52,36
	SUB-TOTAL 3				30.726,34



ESTIMATIVA DE CUSTO


FOLHA

2/3

SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú**LOCALIDADES:** Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha**UNID. DO SISTEMA:** Sistema de Supervisão e Controle - Fornecimento e Montagem**DATA**

DEZ/2005

ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
4	ESTAÇÃO EB 2/2 (P/ SÃO SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO E ZABELÊ)				
4.1	UTR Completa (Painel c/ CLP 32 Entradas Digitais, 16 Saídas Digitais, 04 Entradas Analógicas, 03 Portas Seriais, IHM, Fonte de Alimentação, Filtro, No Break, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	14.571,79	14.571,79
4.2	UDC Completa (Painel, Modem, Estação de Rádio Completa, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	8.070,92	8.070,92
4.3	Transdutor de Nível Ultrassônico – range de 0 a 5 metros, Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	4.010,78	4.010,78
4.4	Medidor de Pressão – 0 a 20 Bar, Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	1.409,98	1.409,98
4.5	Medidores de Multigrandezas Elétricas, com saída MODBUS RTU	pç.	2,00	1.175,86	2.351,71
4.6	TC's (Transformadores de Corrente), 400 / 5 A	pç.	2,00	130,15	260,30
4.7	Microinterruptores, 2 contatos de 6 A	pç.	2,00	48,62	97,24
4.8	Sirene, 10 a 28 Vcc, mínimo 25 watts	pç.	1,00	52,36	52,36
	SUB-TOTAL 4				30.825,08
5	ESTAÇÃO EB 2/3 (P/ CACIMBINHA)				
5.1	UTR Completa (Painel c/ CLP 32 Entradas Digitais, 16 Saídas Digitais, 04 Entradas Analógicas, 03 Portas Seriais, IHM, Fonte de Alimentação, Filtro, No Break, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	14.571,79	14.571,79
5.2	UDC Completa (Painel, Modem, Estação de Rádio Completa, Acessórios e etc.)	cj.	1,00	8.070,92	8.070,92
5.3	Medidor de Pressão – 0 a 20 Bar, Saída de 4 a 20 mA	pç.	1,00	1.409,98	1.409,98
5.4	Medidores de Multigrandezas Elétricas, com saída MODBUS RTU	pç.	2,00	1.175,86	2.351,71
5.5	TC's (Transformadores de Corrente), 200 / 5 A	pç.	2,00	100,23	200,46
5.6	Microinterruptores, 2 contatos de 6 A	pç.	2,00	48,62	97,24
5.7	Sirene, 10 a 28 Vcc, mínimo 25 watts	pç.	1,00	52,36	52,36
	SUB-TOTAL 5				26.754,46
6	RESERVATÓRIOS DAS CIDADES (São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê, Cacimbinha, Caixa de mistura rápida da ETA de São João do Tigre- Câmara de Amortecimento e Câmara de Amortecimento da ETA de Camalaú)				
6.1	UTR Completa (Painel c/ CLP 08 Entradas Digitais, 04 Saídas Digitais, 04 Entradas Analógicas, 03 Portas Seriais, Indicadores/Retransmissores, Fonte, Filtro, No Break, Acessórios e etc.)	cj.	6,00	9.721,76	58.330,54
6.2	UDC Completa (Painel, Modem, Estação de Rádio Completa, Acessórios e etc.)	cj.	6,00	8.070,92	48.425,52
6.3	Transdutor de Nível Ultrassônico – range de 0 a 5 metros, Saída de 4 a 20 mA	pç.	6,00	4.010,78	24.064,66
6.4	Microinterruptores, 2 contatos de 6 A	pç.	12,00	48,62	583,44
6.5	Sirene, 10 a 28 Vcc, mínimo 25 watts	pç.	6,00	52,36	314,16
	SUB-TOTAL 6				131.718,31

<div>  <div>ESTIMATIVA DE CUSTO</div> </div>					FOLHA
SERVIÇO: Sistema Adutor Camalaú LOCALIDADES: Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Zabelê e Cacimbinha UNID. DO SISTEMA: Sistema de Supervisão e Controle - Fornecimento e Montagem					DATA
					DEZ/2005
ÍTEMS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
7	CENTRAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE (a ser instalada na ETA de São João do Tigre)				
7.1	CSC Completo (Microcomputador Completo, Gerenciador de Comunicações com CLP, Modem, Estação de Rádio Completa, Filtros, No break, Acessórios, Bateria Automotiva e etc.	cj.	1,00	24.175,36	24.175,36
7.2	Aplicativo	un.	1,00	17.428,40	17.428,40
7.3	Licença de Software Servidor	un.	1,00	9.200,40	9.200,40
7.4	Licença Aplicação Remota	un.	1,00	4.787,20	4.787,20
7.5	Móveis e Utensílios (02 Mesas, 01 Conexão (curva) e 02 Cadeiras Giratórias)	cj.	1,00	1.795,20	1.795,20
	SUB-TOTAL 7				57.386,56
8	COMUNICAÇÃO DE VOZ				
8.1	Estação Móvel Completa com Antena de Ganho	pç.	2,00	2.356,20	4.712,40
8.2	Estação Portátil com Acessórios	pç.	2,00	1.683,00	3.366,00
	SUB-TOTAL 8				8.078,40
9	SERVIÇOS DE ENGENHARIA				
9.1	Elaboração de Projeto Técnico / Licenciamento do Sistema de Comunicação	un.	1,00	10.000,00	10.000,00
9.2	Software de CLP's	un.	1,00	16.830,00	16.830,00
	SUB-TOTAL 9				26.830,00
10	MATERIAIS DE MONTAGEM				
10.1	Materiais de Montagem em Geral	un.	1,00	9.873,60	9.873,60
	SUB-TOTAL 10				9.873,60
11	START – UP E MONTAGEM				
11.1	Serviços de Start-up e Montagem	un.	1,00	34.034,00	34.034,00
	SUB-TOTAL 11				34.034,00
	TOTAL GERAL				418.496,26