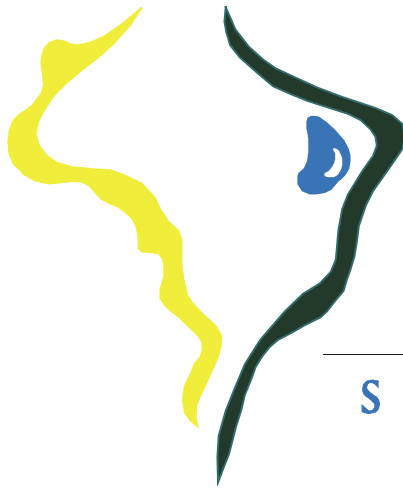




**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH**  
**SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA**  
**O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO - PROÁGUA**



**PROÁGUA**

**S E M I - Á R I D O**

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DA ADUTORA PARA O**  
**ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA, NO ESTADO DO**  
**CEARÁ**

**RELATÓRIO GERAL**

**VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO**

**GOA – GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUAS**

**FORTALEZA**  
**AGOSTO/2001**





GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

## **GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

### **SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**

#### **SUB-PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO - PROÁGUA**

#### **ELABORAÇÃO DO PROJETO DA ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA, NO ESTADO DO CEARÁ**

### **RELATÓRIO GERAL**

#### **VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO**

**GOA - Gerenciamento e Operação de Água S/C Ltda.**

Av. Pe. Antônio Tomás, 2420 - Sala 105 - Aldeota

Cep 60.140-160 - Fortaleza - Ceará

Fone-Fax (85) 244-1633

CNPJ 03.275.136/0001-00

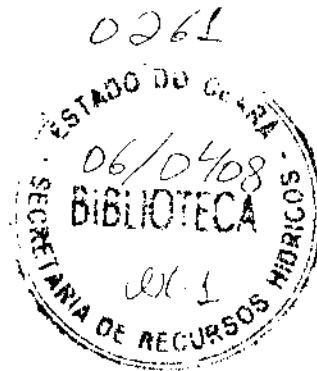
**FORTALEZA**

**AGOSTO/2001**

**ÍNDICE**

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>I - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>II - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO .....</b>	<b>9</b>
<b>II.1 - O MEIO FÍSICO.....</b>	<b>9</b>
<b>II.1.1 - Localização e Acesso.....</b>	<b>9</b>
<b>II.1.2 - Geologia .....</b>	<b>9</b>
<b>II.1.3 - Solos.....</b>	<b>9</b>
<b>II.1.4 - Relevo.....</b>	<b>11</b>
<b>II.1.5 - Vegetação.....</b>	<b>11</b>
<b>II.1.6 - Sinopse Climática .....</b>	<b>12</b>
<b>II.1.7 - Recursos Hídricos.....</b>	<b>13</b>
<b>II.1.8 - Caracterização Pluviométrica .....</b>	<b>14</b>
<b>II.2 - O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO .....</b>	<b>15</b>
<b>II.2.1 - Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>II.2.2 - Distribuição de Renda.....</b>	<b>15</b>
<b>II.2.3 - Dinâmica Econômica.....</b>	<b>16</b>
<b>II.2.4 - Nível de Instrução .....</b>	<b>16</b>
<b>II.2.5 - Condições Sanitárias .....</b>	<b>17</b>
<b>II.2.6 - Saúde.....</b>	<b>18</b>
<b>III - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE .....</b>	<b>20</b>
<b>III.1 - ABASTECIMENTO D'ÁGUA .....</b>	<b>20</b>
<b>III.2 - ESGOTAMENTO SANITÁRIO .....</b>	<b>21</b>
<b>IV - POPULAÇÃO ATENDIDA X DEMANDAS.....</b>	<b>25</b>
<b>IV.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>25</b>
<b>IV.2 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO .....</b>	<b>25</b>
<b>IV.3 - PROJEÇÕES DE DEMANDA.....</b>	<b>31</b>
<b>IV.3.1 - Considerações Gerais.....</b>	<b>31</b>
<b>IV.3.2 - Situação sem Projeto.....</b>	<b>32</b>
<b>IV.3.3 - Situação com Projeto.....</b>	<b>32</b>
<b>IV.4 - PROJEÇÕES DE OFERTA .....</b>	<b>35</b>
<b>IV.4.1 - Situação sem Projeto.....</b>	<b>35</b>
<b>IV.4.2 - Situação com Projeto.....</b>	<b>37</b>
<b>V - O PROJETO PROPOSTO .....</b>	<b>40</b>
<b>V.1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>V.1.1 - Realidade Atual da Área a Ser Efetuada pelo Sistema Proposto.....</b>	<b>40</b>
<b>V.1.2 - Objetivos e Metas do Sistema Projetado / Localidades a Serem Beneficiadas / Nível de Atendimento Proposto .....</b>	<b>40</b>
<b>V.1.3 - A Fonte Hídrica Proposta.....</b>	<b>41</b>

V.2 - CONCEPÇÃO GERAL.....	45
V.2.1 - Estudo de Concepção do Sistema.....	45
V.2.1.1 - Considerações Iniciais.....	45
V.2.1.2 - Considerações sobre a Topografia e Geotecnia Existentes.....	46
V.2.1.3 - O Sistema Proposto.....	47
<b>VI - MEMORIAL DE CÁLCULO .....</b>	<b>53</b>
VI.1 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....	53
VI.2 - VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DA UNIDADE FLUTUANTE.....	61
VI.3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) DE CATARINA .....	63
VI.3.1 - Antecedentes .....	63
VI.3.2 - Caracterização da Qualidade da Água Bruta.....	63
VI.3.3 - Tecnologia do Tratamento Proposto - Filtração Direta Ascendente.....	70
VI.3.3.1 - Histórico .....	70
VI.3.3.2 - Concepção Geral da ETA .....	70
VI.3.3.3 - Dimensionamento.....	71
VI.3.3.4 - Casa de Química.....	78
VI.4 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS .....	84
VI.5 - ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS .....	98
VI.5.1 - Introdução.....	98
VI.5.1.1 - Soluções Apresentadas no Relatório Original.....	100
VI.5.1.2 - Soluções Buscadas no Relatório de Revisão.....	101
VI.5.2 - Metodologia Empregada para Revisão da Proteção nas Linhas de Recalque.....	102
VI.5.2.1 - Resistência dos Tubos de Ferro Fundido ao Colapso.....	102
VI.5.2.2 - Dimensionamento das Ventosas para as Linhas de Recalque.....	103
VI.5.3 - Conclusões e Recomendações .....	111
VI.5.3.1 - Conclusões.....	111
VI.5.3.2 - Recomendações.....	112
<b>VII - ESTIMATIVA DE CUSTOS .....</b>	<b>114</b>
VII.1 - GENERALIDADES.....	114
VII.2 - ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO .....	114
<b>ANEXO I - ESTUDO DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO</b>	
<b>ANEXO II - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>	
<b>ANEXO III - CURVAS CARACTERÍSTICAS DAS BOMBAS CENTRÍFUGAS</b>	
<b>ANEXO IV - LAUDOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DO AÇUDE RIVALDO DE CARVALHO</b>	
<b>ANEXO V - REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	
<b>ANEXO VI - ORÇAMENTO DETALHADO</b>	
<b>ANEXO VII - ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS</b>	
<b>ANEXO VIII - RELAÇÃO DE DESENHOS</b>	



## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará, através da sua Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, vem implantando ações institucionais e executando projetos voltados ao desenvolvimento dos recursos hídricos, com o objetivo de garantir a regularidade e a democratização da oferta d'água em todo o seu território.

Dando prosseguimento a estes programas e devido as condições quantitativas e qualitativas da fonte hídrica atual do sistema de abastecimento d'água da cidade de Catarina, a SRH contratou a **Elaboração do Projeto da Adutora para o Abastecimento da Cidade de Catarina**, para solucionar, em definitivo, os problemas apresentados pelo sistema, através do Contrato Nº 10/2000, firmado com a GOA - Gerenciamento e Operação de Água S/C Ltda..

O presente documento consolida o **RELATÓRIO GERAL - VOLUME 1: MEMORIAL DESCRITIVO** referente ao citado Contrato, tendo sido o mesmo elaborado de acordo com as Especificações Técnicas e modelos constantes no Manual Operativo do PROÁGUA/Semi-árido - Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-árido Brasileiro.

O referido Projeto compreende:

– **RELATÓRIO GERAL**

- **Volume 1: Memorial Descritivo**
- **Volume 2: Especificações Técnicas**
- **Volume 3: Desenhos**



## I - INTRODUÇÃO

## I - INTRODUÇÃO

A sede municipal de Catarina apresenta um nível de abastecimento d'água bastante precário pois a fonte hídrica do sistema, o açude Buenos Aires, com capacidade de 1.200.000 m<sup>3</sup>, localizado nas proximidades da cidade, apresenta restrições quanto ao atendimento satisfatório das demandas atuais e futuras.

A água distribuída à comunidade apresenta elevado teor de cloretos, tendo sido necessária a instalação de um dessalinizador com o objetivo de melhorar a qualidade da água do sistema, mas, mesmo assim, a população recebe água dessalinizada apenas 02 (dois) dias por semana.

A situação acima descrita torna-se ainda mais crítica nos períodos de estiagem, pois o açude Buenos Aires, quando cheio, suporta o abastecimento do sistema de Catarina por apenas um ano. Além disso, o outro reservatório existente nas proximidades, o açude Balanças, de pequeno porte, utilizado em anos anteriores para transferência de vazões, encontra-se, também, em precárias condições de armazenamento.

O objetivo deste Relatório é detalhar a melhor solução técnica-econômica-ambiental selecionada no Relatório Técnico Preliminar, para resolver, de forma definitiva, o problema de abastecimento d'água da sede municipal de Catarina.

Após análise técnica em conjunto com a Fiscalização da SRH, verificou-se que a alternativa mais viável seria captar água no açude Rivaldo de Carvalho, na localidade de São Gonçalo, construído pelo DNOCS e operado pela COGERH, com capacidade de armazenamento de 19,522 milhões de m<sup>3</sup>, sendo aduzida por aproximadamente 18 km até a sede municipal de Catarina, sendo esta, também, a solução reivindicada pela população local e proposta pela CAGECE em seu Relatório Diagnóstico Operacional do Atual Sistema de Abastecimento D'água de Catarina.



## II - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

## II - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

### II.1 - O MEIO FÍSICO

#### II.1.1 - Localização e Acesso

O município de Catarina, encontra-se localizado na região SUDOESTE do Estado do Ceará, na microregião denominada Sertões dos Inhamuns, limitando-se ao Norte com o município de Mombaça; ao Sul com o município de Saboeiro, a Leste com o município de Acopiara, e ao Oeste com o município de Arneiroz.

A cidade de Catarina, sede municipal, situa-se na latitude 6° 08' Sul e na longitude 39° 53' Oeste e altitude de 580 m. A distância de Fortaleza é de 394 km. O acesso ao município de Catarina, a partir de Fortaleza, se dá pela BR-116, CE-060 e CE-277.

A figura II.1, mapa de Localização e Acesso, apresentado a seguir, mostra a localização da cidade de Catarina em relação à Fonte Hídrica do Projeto o Açude Rivaldo de Carvalho, localizado no distrito de São Gonçalo.

O caminhamento da adutora procurou acompanhar, sempre que possível, a estrada carroçável que liga o Distrito de São Gonçalo a Catarina.

#### II.1.2 - Geologia

A geologia da região é originada no período Pré-Cambriano Inferior e Médio. Composta por rochas de embasamento cristalino litos, ardósias, etc.

Estas rochas, em sua maioria, foram profundamente dobradas, metamorfisadas, do que resultou elevada cristalinidade, xistosidade, variedade de direções e alinhamentos estruturais.

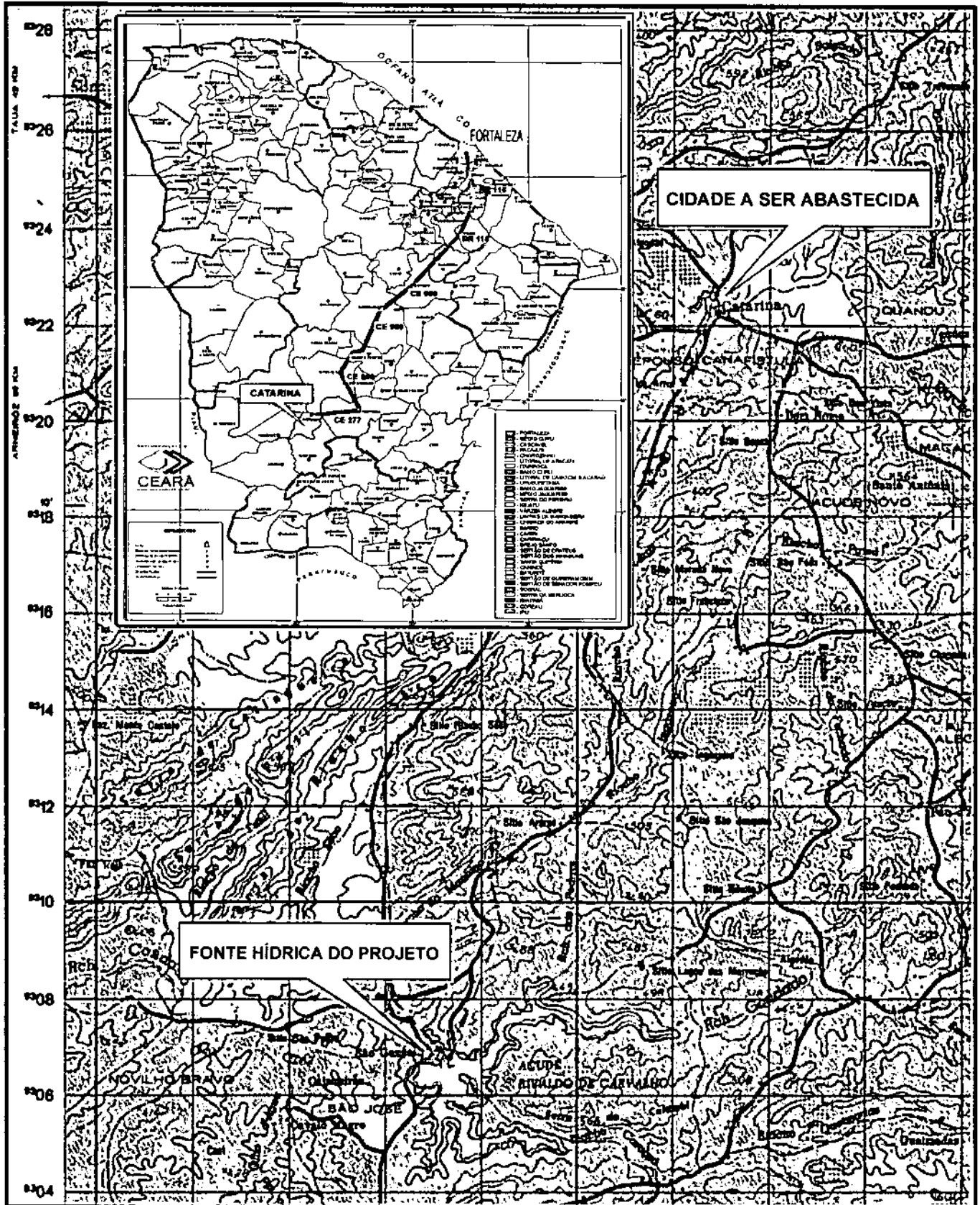
Os principais recursos minerais encontrados na região são calcário, talco e ametista.

#### II.1.3 - Solos

Os principais solos existentes na área do município, são de dois tipos:

- PE = Podzólico Vermelho Amarelo: Inclui solos profundos a moderadamente profundos, sendo raros os solos rasos, com textura variando de média a argilosa, geralmente bem drenados, exceto os de caráter plíntico que são moderadamente a imperfeitamente drenados, porosas e com cores variando entre o vermelho - amarelo, amarelo - vermelho.

**FIGURA II.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO**



De um modo geral, estes solos possuem de médio a alto potencial agrícola e seu uso se faz com culturas de subsistência (mandioca, milho e feijão), algodão e com pastagem para a pecuária. Em áreas de clima ameno, eles são bastante utilizados com café e fruticultura.

- RE = Solos Litólicos Eutróficos: são solos rasos ou muito rasos, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, normalmente pedregosos e rochosos; possuindo apenas um horizonte A diretamente assentado sobre a rocha (R) ou sobre um horizonte C, de pequena espessura e geralmente com muitos minerais primários.

O uso destes solos é fortemente limitado pela deficiência d'água, pedregosidade, rochosidade, concreções, pouca profundidade, grande susceptibilidade a erosão e além de casos de relevo acidentado. Alguns agricultores, utilizando sistemas agrícolas primitivos, aproveitam estes solos com cultura de milho e feijão.

#### II.1.4 - Relevo

A região apresenta classes de relevo que variam do moderado ao muito forte.

O relevo moderado, característico das zonas pouco onduladas, com erosão em "Glacis" sobre as formas antigas. O relevo muito forte corresponde as regiões montanhosas muito acidentadas com erosão geral ou zona de intensa erosão em ravina sobre xistos argilosos, ou fenda falésias de desabamento em pés de chapadas e pão de açúcar.

#### II.1.5 - Vegetação

A vegetação dominante na área é constituída de três tipos:

- CAATINGA ARBÓREA: (460,8 km<sup>2</sup>)

Vegetação xerófila, que ocorre no domínio semi-árido, apresenta-se com várias fisionomias, árvores altas, chegando a 20 m, caules retilíneos e um subosque constituído por árvores menores, arbustes e subarbustos efêmeros. As copas das árvores se tocam, resultando, numa fisionomia florestal, por ocasião do período, favorável às plantas, que no semi-árido é o período de chuvas. O dossel contínuo, o porte e o subosque fechado levou à denominação dessa comunidade, Caatinga Arbórea Densa.

- CAATINGA ARBUSTIVA (9,7 km<sup>2</sup>)

A degradação da caatinga arbórea, determinou o aparecimento da caatinga arbustiva. Tal degradação, acelerada pelo homem, tem origem nos processos globais de degradação ambiental favorecidos pelos períodos críticos de semi - aridez acentuada. As espécies cujas faixas de amplitude permitem sobreviver em tais ambientes, degradados, e outras tantas, resultantes de novas especiações ao longo do tempo geológico, constituem hoje a comunidade da caatinga

arbustiva. São vegetais de porte mais baixo que o da caatinga arbórea, menos densas e de diversidade menos significativa.

- MATAS SECAS (14,5 km<sup>2</sup>)

Ocupando níveis inferiores dos relevos cristalinos e à retaguarda das matas úmidas, encontra-se a mata seca. Esta mata recobre, ainda relevos cristalinos mais baixos, chamados no local de serrotes e as vertentes de níveis tabulares, menos favorecidos pela chuvas, encontra-se indivíduos da mata úmida e da caatinga arbórea, cuja faixa de amplitude ecológica permite viver neste ambiente.

### II.1.6 - Sinopse Climática

O município de Catarina, tem clima semi-árido com altas temperaturas nos meses mais quentes de outubro a janeiro, noites mais amenas, típicas do sertão nordestino.

O município de Catarina está localizado próximo à estação climatológica do INMET de Tauá, que foi escolhida como representativa da área, por apresentar condições físico-climáticas semelhantes a Catarina.

Os dados observados indicam os seguintes parâmetros: Temperatura Média Mensal de 26,8 °C, sendo mais quente nos meses de outubro e novembro, e mais frios nos meses de maio e junho.

Os meses mais chuvosos são também os mais úmidos, fevereiro, março e abril. O valor médio da umidade relativa é 58,5%. A insolação média anual é 2.550 h de radiação, enquanto que a mensal é de 212,5 h. A evaporação total é de 2691 mm.

O quadro II.1 mostra a sinopse climática representando os principais parâmetros: Temperatura, Umidade, Insolação e Evaporação.

**QUADRO II.1**  
**CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ESTAÇÃO DE TAUÁ**

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	MESES												Total	Média
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
Temp. Média das Máximas (°C)	32,2	31	30,7	30,6	30,3	30,7	31,2	32,3	33,5	33,9	33,8	33,3		32,0
Temp. Média das Mínimas (°C)	22,7	22	22,1	21,3	20,7	19,5	19,8	20,8	22	22,8	23	23,1		21,7
Temperatura Média (°C)	27,45	26,5	26,4	25,95	25,5	25,1	25,5	26,55	27,75	28,35	28,4	28,2		26,8
Temp. Média Compensada (°C)	27,2	26	25,9	25,1	24,4	24,8	25,2	26,2	27,4	28	28,2	28		26,4
Umidade Relativa Média (%)	62	68	73	74	70	61	55	50	46	47	46	50		58,5
Insolação Total (horas)	178	144	164	184	201	230	252	261	254	254	232	196	2550	212,5
Evaporação Total (m)	214	134	290	122	133	184	219	243	271	304	293	284	2691	224,3

### II.1.7 - Recursos Hídricos

O nível de açudagem atual estimado no município é dado no quadro a seguir.

**QUADRO II.2**  
**NÍVEL DE AÇUDAGEM ATUAL ESTIMADO**

DIMENSÃO DO AÇUDE (1000 m <sup>3</sup> )	NÚMERO DE AÇUDES	VOLUME TOTAL ARMAZENADO (1000 m <sup>3</sup> )
0 - 100	6	400
100 - 500	11	2290
500 - 1000	1	610
1000 - 3000	1	2000
3000 - 10000	1	4630
> 10000	-	-
TOTAL	20	9930
LAGOAS	-	-

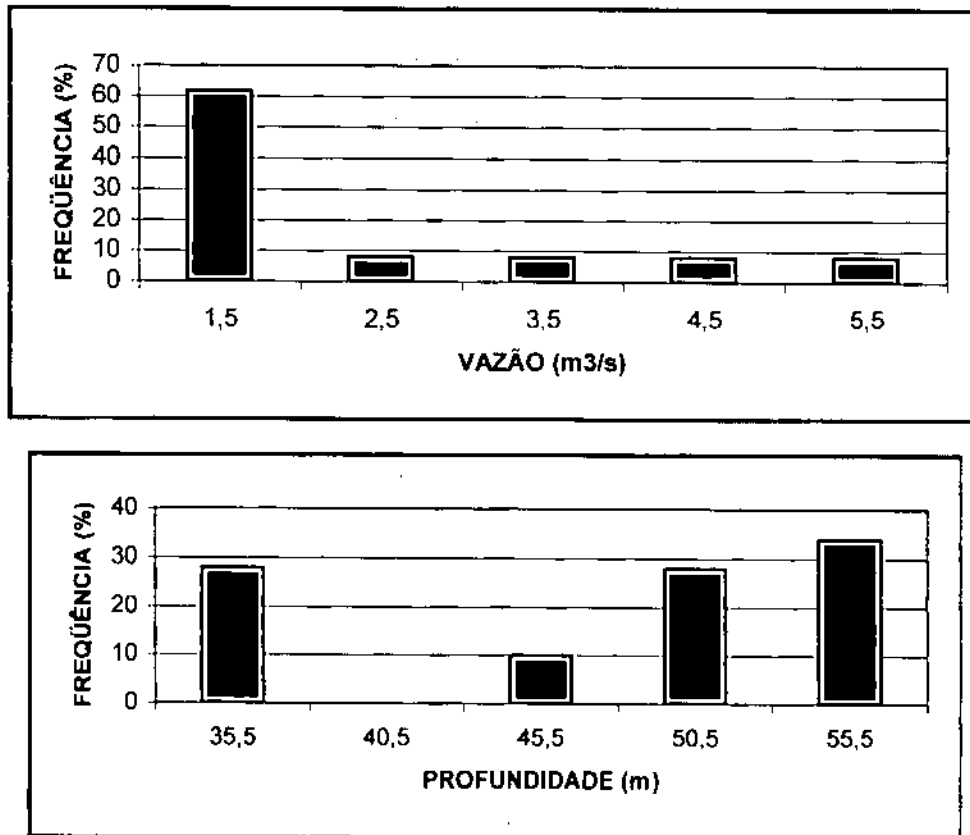
O nível de reservas de água subterrânea, é dado no quadro abaixo, bem como nos gráficos das características dos poços do aquífero Embasamento Cristalino, apresentados a seguir.

**QUADRO II.3**  
**RESERVAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEA**

AQUÍFERO	NÚMERO DE POÇOS CADASTRADOS	DISPONIBILIDADE ATUAL (m <sup>3</sup> /ano)	RESERVAS EXPLORÁVEIS (m <sup>3</sup> /ano)		CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS	
			TOTAL	COM RESTRIÇÃO DE QUALIDADE	PROFUNDIDADE MÉDIA (m)	VAZÃO MÉDIA (m <sup>3</sup> /hora)
NÃO ESPECIF.*	2	15,300	-	-	41,50	1,75
EMBAS. CRIST.	11	122,640	924,760	647,322	48,86	2,55

(\*) Não possui aquífero especificado.

**FIGURA II.2**  
**CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS DO AQUÍFERO: EMBAS. CRISTALINO**



### II.1.8 - Caracterização Pluviométrica

A região dispõe de um posto pluviométrico de longo período de observação, que é representativo para a região:

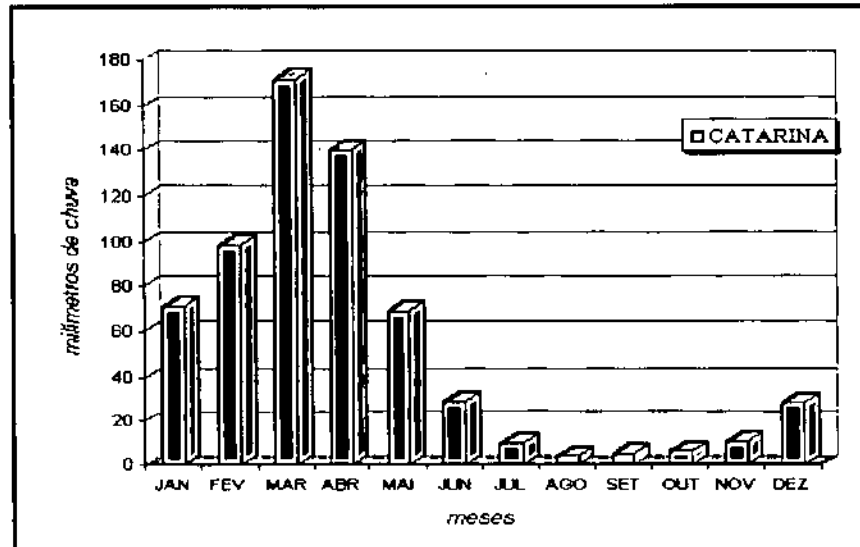
**QUADRO II.4 - POSTOS REPRESENTATIVOS**

POSTO	CÓDIGO	PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
CATARINA	3820421	662,8

Os dados desse posto foram estudados a nível anual, mensal e diário. Para todos esses dados foram realizados estudos de correção e preenchimento de falhas.

Conforme pode ser visto no hietograma do posto mencionado, o mês mais chuvoso é sempre março, o bimestre mais chuvoso março e abril e o trimestre mais chuvoso é fevereiro, março e abril. No quadrimestre, janeiro, fevereiro, março, abril ocorre mais de 70% da precipitação anual e no primeiro semestre do ano chove uma média de 90% da pluvimetria anual.

FIGURA II.3 - HIETOGRAMA



## II.2 - O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO

### II.2.1 - Introdução

Os aspectos sócio-econômicos de um município têm como objetivo expressar, em certa medida, as condições de vida da população, permitindo traçar o perfil de cada município.

As características demográficas e sociais do município constituem indicadores básicos relativos à população, tais como: classes de renda, renda per capita, alfabetização, situação domiciliar, condições sanitárias e saúde familiar, onde analisados, muito têm a contribuir para um melhor desenvolvimento e aproveitamento sócio-econômico do município.

De acordo com o Censo Demográfico de 1991 do IBGE, o município de Catarina conta com uma população de 11.934 habitantes, dos quais distribuídos, 30,8% residem na zona urbana e 69,2% na zona rural, com uma densidade demográfica de 24,61 hab/km<sup>2</sup>.

Caracterizando os domicílios do município de Catarina, perfazem um total de 2.163 domicílios, com uma população residente de 11.934 pessoas e uma média de 5,52 pessoas por domicílio. O número médio de cômodos por domicílios é de 5,50.

### II.2.2 - Distribuição de Renda

As classes de rendimentos médios do município de Catarina, conforme os dados do Censo de 1991 do IBGE, indicam que 19,3% dos chefes de domicílios percebem uma renda mensal de até ½ salário mínimo, 35,1% mais de ½ a 1, e apenas 0,1% dos chefes de domicílios possuem uma renda de mais de 20 salários mínimo.



A maior parte dos chefes de domicílios que compõem o estrato inferior de renda de mais de ½ a 1 salário mínimo, conta com uma renda média de R\$ 9,59.

A renda "per capita" do município é de R\$ 76,00, colocando-o no 134º lugar do ranking dos municípios do Estado do Ceará.

### II.2.3 - Dinâmica Econômica

No município de Catarina, aproximadamente 3.540 pessoas de 10 anos ou mais de idade trabalham, de acordo com os dados do Censo Demográfico do IBGE - 1991, constituindo a população economicamente ativa do município.

As atividades são igualmente precárias para os dois grupos de idade, de 10 anos ou mais de idade, estando, a sua maioria, voltada para o setor primário da economia municipal, com a agricultura concentrando, 75,8% das atividades. As demais dividem-se em prestações de serviços com 18,6%, indústrias com 4,5% e outras atividades com 1,1%.

O ramo de atividade é bastante diferenciado quanto ao tipo de relação de trabalho das crianças do município. Como observa-se, o maior percentual está associado à agricultura, onde trabalham como membro não remunerado na família, isto é, auxiliando familiares em suas atividades, seja no plantio e/ou colheita, sem receber pagamentos por tais serviços.

O município dispõe apenas de 5 indústrias de transformação e as demais atividades concentram-se nas prestações de serviços.

Analisando a situação dos empregados, verifica-se que dentre estes, é baixíssimo o número de trabalhadores com direitos de trabalho previsto pela constituição como carteira assinada, férias, 13º salário, licença saúde, auxílio doença etc., tomando como base o percentual que trabalha na agricultura.

### II.2.4 - Nível de Instrução

O município de Catarina ainda apresenta um alto índice de analfabetismo, segundo dados do Anuário Estatístico do Ceará - 1997, atingindo um percentual de 17,8% entre o total de crianças e adolescentes na faixa etária de 11 a 17 anos de idade, o que coloca o município numa situação crítica em termos de educação.

Tratando-se de um critério mais rigoroso como adotado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura - UNESCO, que considera alfabetizado apenas aquele que cursou até a 4ª série, a taxa de analfabetismo do município com certeza se elevaria consideravelmente.

## II.2.5 - Condições Sanitárias

- **Saneamento Básico**

Na caracterização do saneamento básico dos domicílios de Catarina, segundo o Censo Demográfico do IBGE - 1991, constata-se que na maior parte do município não existe saneamento básico, refletindo diretamente na saúde e nas condições de vida da população, tais como: moradia, qualidade da água consumida e a forma de escoamento das águas servidas e dejetos domésticos.

No município, 21,2% dos domicílios possuem abastecimento de água canalizada, ou seja, com canalização interna.

O abastecimento de água de forma inadequada, ou seja, sem canalização interna, atinge 78,8%, revelando o quanto é grave a questão do abastecimento de água para a população do município.

Apenas a sede municipal conta com o sistema público de abastecimento d'água gerenciado pela CAGECE.

No que diz respeito ao esgotamento sanitário, em Catarina ainda encontra-se uma situação preocupante, pois nenhum dos domicílios urbanos está ligado em rede geral, ou seja, inexistente no contexto do município.

Apenas 0,1% utilizam fossas sépticas, 25,7% adotam outro tipo e 74,2% não possui nenhum tipo de instalação sanitária. Observa-se que a situação dos domicílios quanto a este aspecto ainda apresenta uma grande precariedade em relação à infra-estrutura de esgotos.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos (lixo), constitui num dos mais sérios problemas de saúde pública. No aspecto sanitário, o lixo tem papel preponderante na transmissão de doenças. No ponto de vista ambiental, o lixo depositado em locais impróprios podem carrear impurezas por escoamentos superficiais, contaminando os cursos de água e poluindo os solos e os aquíferos subterrâneos através dos processos de percolação e infiltração.

De acordo com os dados colhidos do Censo Demográfico do IBGE - 1991, no qual foi auferido o destino dos resíduos sólidos, segundo os domicílios, o município não conta com coleta pública. Dando outro destino ao lixo, jogando em terrenos baldios ou cursos de água etc. (Quadro II.5).

QUADRO II.5

Município	Características	Números absolutos	Números Relativos
Catarina	Abastecimento de Água		
	Com canalização interna	459	21,2%
	Sem canalização interna	1.704	78,8%
	Instalação sanitária		
	Rede geral	-	
	Fossa séptica	2	0,1%
	Outro tipo	555	25,7%
	Não tem	1.606	74,2%
	Destino do lixo		
	Coletado	-	
Queimado	-		
Outro	2.163		

Fonte: IBGE - 1991.

### II.2.6 - Saúde

Catarina, conta com 5 unidades de saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), sendo 2 postos de saúde, 1 ambulatório, 1 unidade mista e 1 consultório médico odontológico. Vale ressaltar, que o município não conta com nenhum hospital/maternidade, buscando estes serviços nos municípios vizinhos.

Os profissionais de saúde que atendem no município, atingem em valores absolutos um total de 50, distribuídos entre 8 médicos, 1 dentista, 3 enfermeiros e 1 profissional de saúde com nível superior, 22 agentes comunitários de saúde e 15 profissionais de saúde de nível médio. Todos estes ligados ao Sistema Único de Saúde (SUS).

Um serviço muito importante que acontece no município, é o amplo programa atuante através de agentes de saúde, onde é feito o acompanhamento e assistência das famílias. Este programa maneja uma série de dados referentes à situação de saúde e nutrição das pessoas das comunidades, fornecendo um perfil da saúde municipal em permanente utilização.

Estes agentes de saúde (22) desenvolvem este trabalho acompanhando 2.950 famílias e assistindo uma população de 12.685 pessoas.

De acordo com os dados mais recentes da Vigilância Epidemiológica do Ceará, para o ano 2000, através da Secretaria da Saúde do Ceará - SUS - Ceará, em Catarina foram confirmados casos por agravo de doenças, tendo sido registrados 10 casos de hepatite viral, 1 caso de meningite, 5 casos de anti-rábico humano e os demais casos através de DST- doenças sexualmente transmissíveis.

Vale ressaltar que embora não tenham sido notificados casos de doenças por veiculação hídrica, tais como: diarreias, difteria, gastroenterites, etc., não está descartada a possibilidade de ocorrência dos mesmos.



### III - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

### III - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

#### III.1 - ABASTECIMENTO D'ÁGUA

O atual sistema de abastecimento d'água do município de Catarina é gerenciado pela CAGECE - Companhia de Águas e Esgotos do Ceará e tem as seguintes características:

##### - MANANCIAL

- Superficial através do açude Buenos Aires, com capacidade de 1.200.000 m<sup>3</sup> que, quando cheio, suporta o abastecimento do sistema durante um ano. Em anos secos, a situação se torna crítica pois o açude Buenos Aires não oferece garantias para atender a demanda requerida;
- A água possui elevado teor de cloretos, razão pela qual foi instalado um sistema de dessalinização. Apenas 02 (dois) dias por semana é distribuída água dessalinizada à população. Em períodos de estiagem, a qualidade da água apresenta ainda situação mais crítica.

##### - CAPTAÇÃO

- Os equipamentos instalados na captação atual são insuficientes para atender o sistema de abastecimento d'água. Não apresenta conjunto motor-bomba reserva, ocasionando uma paralisação no sistema sempre que o conjunto efetivo necessita de manutenção.
- A captação atual é feita com conjunto motor-bomba estacionário na margem do açude.
- **Situação proposta pela CAGECE: Novo manancial - Açude Rivaldo de Carvalho (construído).**

##### - ELEVATÓRIAS

- Água Bruta: EE-01 (Flutuador)  
  
Equipada com 1 (um) conjunto horizontal, com as seguintes características: Q = 55 m<sup>3</sup>/h e AMT = 70 m.c.a.
- Água Tratada: EE-02  
  
Equipada com 2(dois) conjuntos centrífugos horizontal, com as seguintes características: Q = 18 m<sup>3</sup>/h e AMT = 50 m.c.a.

##### - ADUÇÃO

- Água Bruta:  
  
Linha de adução entre a estação elevatória (EE-01) e o reservatório de reunião:  
L = 1.150 m; D = 85 mm; PVC.

- Água Tratada:

Linha de adução entre a estação elevatória (EE-02) e o reservatório elevado de compensação: L = 1.595 m; D = 85 mm; PVC

#### – TRATAMENTO

- ETA com 02 filtros de fluxo ascendente ( $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ ), com dessalinizador padrão CAGECE, cloração à gás e aplicação de sulfato de alumínio.
- A atual ETA instalada em Catarina não atende satisfatoriamente ao sistema de abastecimento do ponto de vista quantitativo, no horizonte de projeto de 30 anos, pois possui capacidade de  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ , e em 2020, 2ª etapa do projeto, a demanda requerida será de  $65,34 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Dessalinizador de osmose reversa.
- A casa de química existente está desativada, funcionando apenas como depósito.

#### – RESERVAÇÃO

O atual sistema de Reservação de Água Tratada existente conta apenas com um reservatório apoiado de  $175 \text{ m}^3$ , existindo ainda um reservatório elevado de  $50 \text{ m}^3$  que funciona por compensação, sendo os mesmos insuficientes para atender satisfatoriamente a operação do SAA de Catarina. A proposta da CAGECE é a ampliação do sistema de reservação existente, com a construção de nova unidade de reservação elevada de  $150 \text{ m}^3$ .

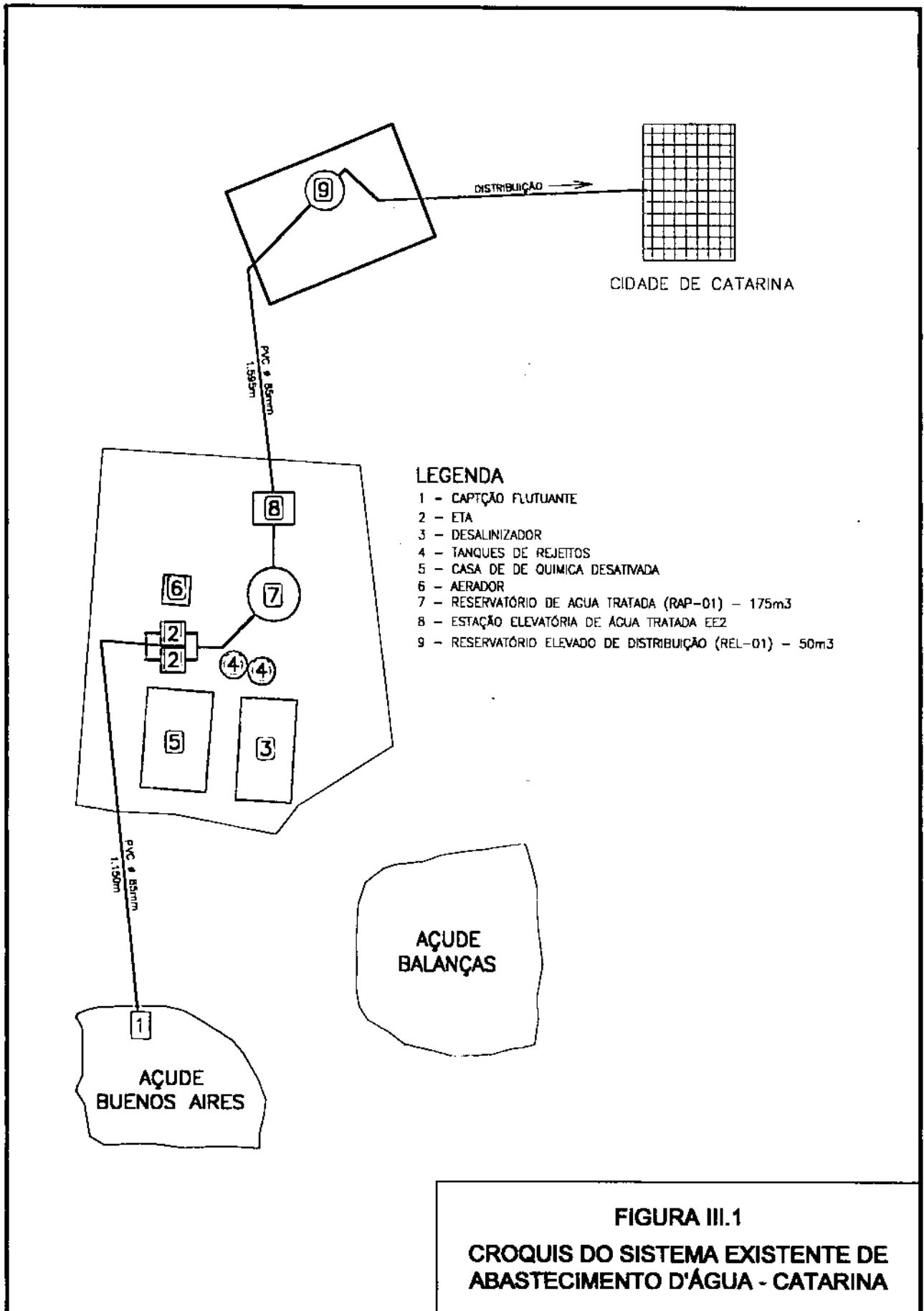
#### – DISTRIBUIÇÃO

- Existem 1.165 ligações reais, sendo 1.094 ativas. A proposta da CAGECE é a ampliação do índice de abastecimento, com a ampliação da rede de distribuição e número de ligações.
- Tubulação em PVC nos diâmetros de 50 mm e 100 mm, extensão de 6.326 metros.

O Croquis do Sistema Existente de Abastecimento D'água de Catarina está representado na figura III.1, a seguir, enquanto que o quadro III.1 apresenta os dados operacionais do SAA de Catarina.

### III.2 - ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O município de Catarina não conta, ainda, com Sistema de Esgotamento Sanitário.



**QUADRO III.1 - DADOS OPERACIONAIS DO SAA DE CATARINA**

<b>População Urbana Atual (2000)</b>		5.043
<b>Ligações Reais (unid.)</b>	<i>Residencial</i>	1.107
	<i>Comercial</i>	38
	<i>Industrial</i>	-
	<i>Pública</i>	20
	<i>Total</i>	1.165
<b>Ligações Ativas (unid.)</b>	<i>Residencial</i>	1.053
	<i>Comercial</i>	23
	<i>Industrial</i>	-
	<i>Pública</i>	18
	<i>Total</i>	1.094
<b>Ligações Medidas (unid.)</b>		734
<b>Ligações não Medidas (unid.)</b>		360
<b>Consumo não Residencial (m<sup>3</sup>/ano) (05/99 a 05/00)</b>	<i>Residencial</i>	2.241
	<i>Comercial</i>	-
	<i>Industrial</i>	6.687
<b>Volume Faturado (m<sup>3</sup>/ano) (05/99 a 05/00)</b>	<i>Residencial</i>	169.704
	<i>Comercial</i>	4.467
	<i>Industrial</i>	-
	<i>Pública</i>	8.051
	<i>Total</i>	-
<b>Vazão Produzida 07/2000 (m<sup>3</sup>/h)</b>		51,10
<b>Volume faturado medido</b>		101.737
<b>Volume faturado não medido</b>		79.202
<b>Receitas (R\$) - medido</b>		53.370,00
<b>Receitas (R\$) - não medido</b>		36.752,00
<b>Tarifa média (R\$/m<sup>3</sup>)</b>		0,49
<b>Perdas faturamento - média 06/2000</b>		16,87
<b>Volume Produzido 05/99 a 05/2000 (m<sup>3</sup>)</b>		182.592,00
<b>Índice de Cobertura</b>		0,9058
<b>Per Capita, incluindo Perdas</b>		109,51

Fonte: CAGECE, Maio/1999 a Maio/2000.



#### IV - POPULAÇÃO ATENDIDA X DEMANDAS

## IV - POPULAÇÃO ATENDIDA X DEMANDAS

### IV.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os estudos relativos a evolução populacional x demandas foram elaborados pela GOA e são apresentados no documento Viabilidade Financeira e Econômica do Projeto. A projeção da população alvo a ser beneficiada com o projeto, as demandas per capita e demais indicadores do sistema, apresentados nos estudos citados, são resumidos a seguir.

A estimativa da população x demandas de água para a comunidade alvo do projeto, teve como base a população urbana desta localidade, considerou-se os dados populacionais dos censos de 1980, 1991 e 1996, e modelos estatísticos aproximados às projeções de população.

### IV.2 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO

Com o propósito de estimar a demanda e oferta de água para a comunidade alvo do projeto, isto é, a sede municipal de Catarina, considerando-se os dados populacionais dos censos de 1980, 1991 e 1996 e modelos estatísticos apropriados às projeções de população.

#### ◆ Dados da FIBGE

A primeira e mais completa fonte de dados sobre o crescimento populacional de Catarina é a Fundação IBGE, através dos censos gerais.

Assim, o quadro IV.1 mostra a população residente no distrito sede de Catarina - CE, segundo dados contidos nos censos oficiais.

**QUADRO IV.1 - DADOS CENSITÁRIOS - CATARINA - CE**

Localidade	Anos			
	1970	1980	1991	1996
Catarina-Ce	1.067	2.362	3.676	4.641

Fonte: IBGE

O quadro IV.2 apresenta os valores da taxa de crescimento calculados em cada período do recenseamento.

**QUADRO IV.2 - TAXAS DE CRESCIMENTO - CATARINA - CE**

Localidade	Períodos		
	1970-1980	1980-1991	1991-1996
Catarina-Ce			
Taxa de crescimento (% aa.)	8,27	4,10	4,77

Na análise da evolução da população urbana de Catarina, pode-se constatar que as taxas de crescimento apresentam tendências decrescentes bastante acentuadas.

#### ♦ Estimativas Populacionais

A projeção da evolução populacional de Catarina foi desenvolvida utilizando-se os dados do IBGE através da aplicação de 2 métodos: o método 1, em que aplica-se a equação geométrica e o método 2, em que aplicam-se modelos matemáticos obtidos a partir do comportamento da tendência de crescimento da população.

#### ♦ Método 1 - Geométrico

No método Geométrico foram considerados os dados da população urbana do censo de 1970 a 1996. Determinou-se as taxas geométricas de crescimento populacional a partir dos dados dos recenseamentos. As seguintes taxas foram definidas:

- Taxa 1 = é a taxa geométrica calculada no período de 1991 a 1996, com os dados dos censos nestes anos.
- Taxa 2 = é a média das taxas geométricas calculadas em cada um dos três períodos do censo (1970 a 1980; 1980 a 1991; 1991 a 1996), segundo quadro IV.2.

Os valores das taxas de crescimento obtidas são mostrados no quadro IV.3.

QUADRO IV.3 - TAXAS GEOMÉTRICAS (% a.a.)

População Urbana	Taxa 1	Taxa 2
Catarina	4,77	5,72

#### ♦ Método 2 - Curvas de Ajuste de Regressão

Para avaliar a população refletida pela expectativa prevista, efetuou-se uma análise de regressão, a partir dos dados censitários de 1970, 1980, 1991 e 1996. Foram analisadas a regressão do ajuste da curva de crescimento que melhor representa matematicamente a evolução de crescimento da população, e comparou-se os resultados obtidos com o valor do censo de 1996. A partir desta análise, permite-se a escolha de um modelo matemático capaz de traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento da população.

As equações de regressão utilizadas para a análise das populações geradas foram:

– Equação Linear

$$y = ax + b$$

- Equação Logarítmica

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

- Equação Polinomial

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

- Equação Potencial

$$y = ax^b$$

- Equação Exponencial

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

A evolução da população calculada através de cada equação de regressão é apresentada no quadro IV.4 e na figura IV.1.

#### ♦ Análise dos Dados Obtidos

A curva de regressão que apresentou melhor ajuste dos dados foi a da equação polinomial, com seu coeficiente de correlação  $R^2 = 0,99608$  (quadro IV.4 e figura IV.2). Observa-se que a população em 1996 obtida por esta regressão (4571) está próxima ao valor medido no censo deste mesmo ano (4641).

A taxa média de crescimento anual obtida (2,63%) está acima da taxa máxima estipulada para projetos do PROÁGUA (2,1%), assim sendo adotou-se a taxa de crescimento de 2,1%, aplicando-a a partir do ano de 1996, seguindo uma linha de progressão geométrica até o ano de 2030.

A seguir mostra-se o quadro IV.5 e figura IV.3 Evolução Populacional Equação Potencial da cidade de Catarina, a partir do ano de 1996 até o ano de 2030.

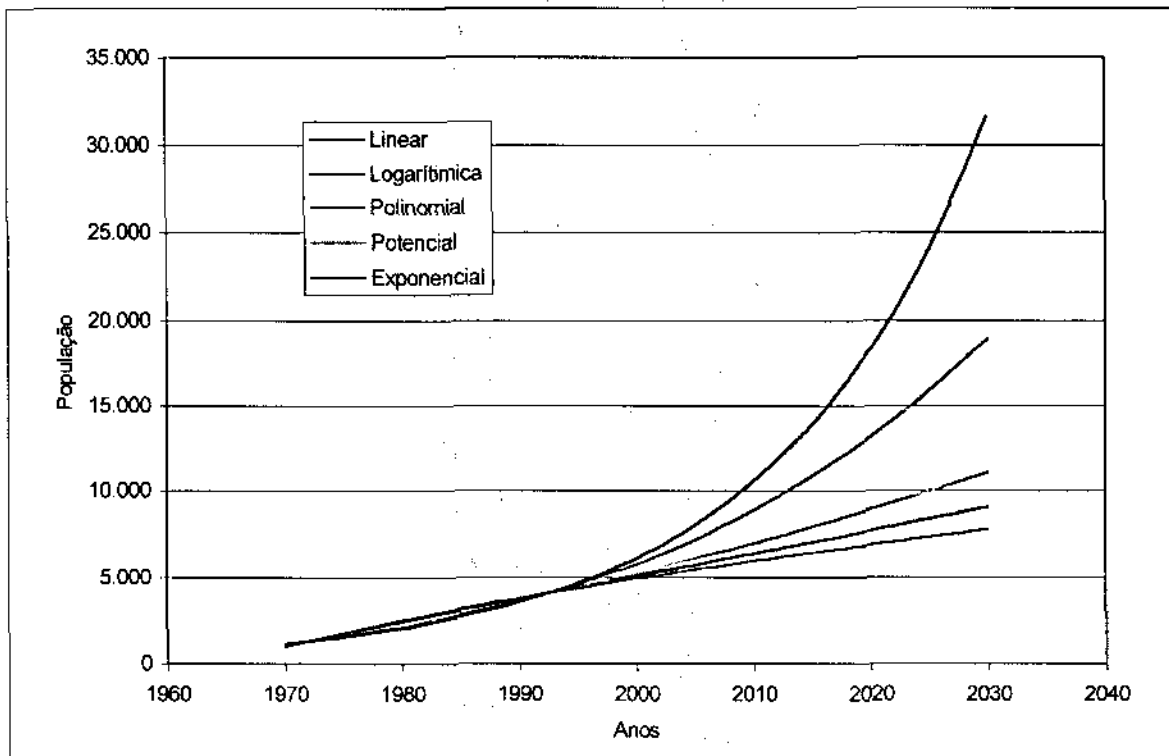
QUADRO - IV.4  
EVOLUÇÃO POPULACIONAL PELAS CURVAS DE REGRESSÃO  
CATARINA-CE

ANO	POP. (hab.)
70	1.067
80	2.362
91	3.676
96	4.641

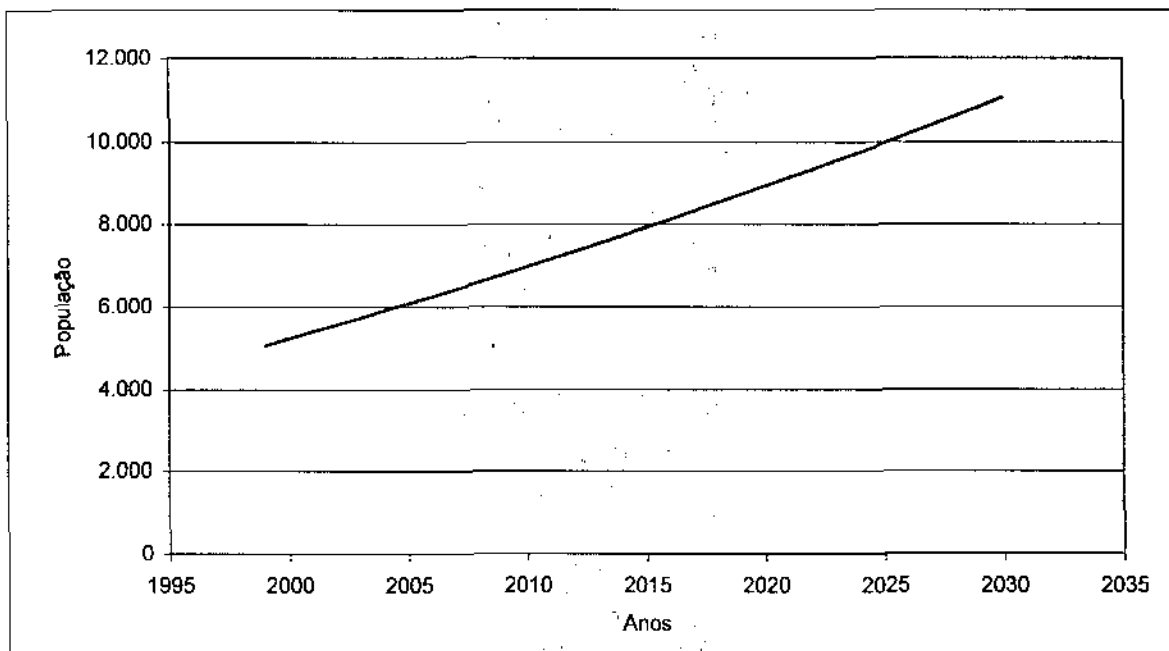
EQUAÇÃO	FÓRMULA	COEFICIENTES			R2
		a	b	c	
Linear	$y = a.x + b$	133,666460	-8324,899320		0,99372
Logarítmica	$y = a.Ln(x) + b$	10957,744160	-45611,478020		0,98819
polinomial	$y = a.x^2 + b.x + c$	0,950110	-23,983800	-1882,922170	0,99608
Potência	$y = a.x^b$	0,000005	4,548074		0,98359
Exponencial	$y = a.e^{b.x}$	24,966100	0,054960		0,97251

ANO	Linear	Logarítmica	Polinomial	Potência	Exponencial	Dado Censo
1970	1.032	985	1.094	1.133	1.169	1.067
1971	1.165	1.141	1.204	1.209	1.236	
1972	1.299	1.294	1.316	1.288	1.305	
1973	1.433	1.445	1.429	1.372	1.379	
1974	1.566	1.594	1.545	1.459	1.457	
1975	1.700	1.742	1.663	1.551	1.539	
1976	1.834	1.887	1.782	1.648	1.626	
1977	1.967	2.030	1.904	1.748	1.718	
1978	2.101	2.172	2.027	1.854	1.815	
1979	2.235	2.312	2.152	1.965	1.918	
1980	2.368	2.449	2.279	2.080	2.026	2.362
1981	2.502	2.586	2.408	2.201	2.141	
1982	2.636	2.720	2.539	2.328	2.261	
1983	2.769	2.853	2.672	2.460	2.389	
1984	2.903	2.985	2.806	2.597	2.524	
1985	3.037	3.114	2.943	2.741	2.667	
1986	3.170	3.243	3.081	2.891	2.817	
1987	3.304	3.369	3.222	3.047	2.977	
1988	3.438	3.495	3.364	3.209	3.145	
1989	3.571	3.619	3.508	3.379	3.322	
1990	3.705	3.741	3.654	3.555	3.510	
1991	3.839	3.862	3.802	3.738	3.708	3.676
1992	3.972	3.982	3.952	3.928	3.918	
1993	4.106	4.101	4.104	4.126	4.139	
1994	4.240	4.218	4.258	4.332	4.373	
1995	4.373	4.334	4.413	4.546	4.620	
1996	4.507	4.449	4.571	4.767	4.881	4.641
1997	4.641	4.563	4.730	4.997	5.157	
1998	4.774	4.675	4.892	5.236	5.448	
1999	4.908	4.787	5.055	5.483	5.756	
2000	5.042	4.897	5.220	5.740	6.081	
2001	5.175	5.006	5.387	6.006	6.425	
2002	5.309	5.114	5.556	6.281	6.788	
2003	5.443	5.221	5.726	6.566	7.171	
2004	5.576	5.327	5.899	6.861	7.576	
2005	5.710	5.432	6.074	7.166	8.004	
2006	5.844	5.536	6.250	7.482	8.456	
2007	5.977	5.639	6.429	7.808	8.934	
2008	6.111	5.741	6.609	8.146	9.439	
2009	6.245	5.842	6.791	8.494	9.972	
2010	6.378	5.942	6.975	8.854	10.535	
2011	6.512	6.041	7.161	9.227	11.131	
2012	6.646	6.140	7.349	9.611	11.759	
2013	6.779	6.237	7.539	10.007	12.424	
2014	6.913	6.334	7.731	10.416	13.125	
2015	7.047	6.430	7.924	10.838	13.867	
2016	7.180	6.525	8.120	11.274	14.650	
2017	7.314	6.619	8.317	11.722	15.478	
2018	7.448	6.712	8.516	12.185	16.352	
2019	7.581	6.805	8.718	12.662	17.276	
2020	7.715	6.897	8.921	13.153	18.252	
2021	7.849	6.988	9.126	13.659	19.283	
2022	7.982	7.078	9.332	14.180	20.373	
2023	8.116	7.167	9.541	14.716	21.523	
2024	8.250	7.256	9.752	15.268	22.739	
2025	8.383	7.344	9.965	15.837	24.024	
2026	8.517	7.432	10.179	16.421	25.381	
2027	8.651	7.518	10.395	17.022	26.815	
2028	8.784	7.604	10.614	17.640	28.330	
2029	8.918	7.690	10.834	18.276	29.930	
2030	9.052	7.774	11.056	18.929	31.621	
Taxa média(% aa) (1996-2030)	2,07	1,66	2,63	4,14	5,65	
Taxa média(% aa) (2000-2030)	1,97	1,55	2,53	4,08	5,65	
R2	0,99372	0,98819	0,99608	0,98359	0,97251	

**FIGURA - IV.1 - CURVAS DE EXTRAPOLAÇÃO CATARINA-CE**

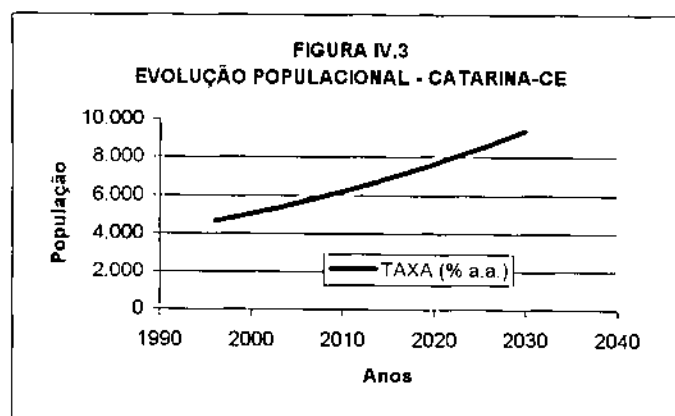


**FIGURA - IV.2 - MELHOR AJUSTE - EQUAÇÃO POLINOMIAL CATARINA-CE**



QUADRO IV.5  
EVOLUÇÃO POPULACIONAL - CATARINA-CE

ANO	TAXA (% a.a.)
	2,1
1996	4.641
1997	4.738
1998	4.838
1999	4.940
<b>2000</b>	<b>5.043</b>
2001	5.149
2002	5.257
2003	5.368
2004	5.480
2005	5.596
2006	5.713
2007	5.833
2008	5.956
2009	6.081
<b>2010</b>	<b>6.208</b>
2011	6.339
2012	6.472
2013	6.608
2014	6.746
2015	6.888
2016	7.033
2017	7.180
2018	7.331
2019	7.485
<b>2020</b>	<b>7.642</b>
2021	7.803
2022	7.967
2023	8.134
2024	8.305
2025	8.479
2026	8.657
2027	8.839
2028	9.025
2029	9.214
<b>2030</b>	<b>9.408</b>



## IV.3 - PROJEÇÕES DE DEMANDA

### IV.3.1 - Considerações Gerais

O Manual Operativo do PROÁGUA estabelece que para localidade com população entre 4.000 e até 50.000 habitantes, que é o caso de Catarina, a produção per capita de água adotada deverá ser de 150 l/hab.dia, incluindo perdas.

O atual consumo per capita de Catarina, de acordo com informações fornecidas pela CAGECE é de 109,51 l/hab.dia. Considerando a cobertura do sistema de 90,58% e um índice médio de perdas de 25%, o per capita líquido atual é portanto de 82,13 l/hab.dia.

De posse destes dados reais operacionais do sistema e considerando o porte da cidade, as características físicas e sócio-econômicas locais e as expectativas de desenvolvimento e crescimento, estabeleceu-se, em conjunto com a Fiscalização da SRH, uma meta de índice de perdas de 25%, durante o período de alcance do projeto. Considerando-se o aumento na produção e distribuição do sistema devido a ampliação do índice de cobertura para 95%, a produção per capita bruta adotada será 150 l/hab.dia.

A ampliação da produção per capita líquida de Catarina para 112,50 l/hab.dia é plenamente justificada em virtude da situação atual do sistema de abastecimento, que apresenta elevado teor de cloretos na água distribuída à população, além das limitações do sistema no que se refere à captação e reservação, conforme diagnóstico emitido pelo Planejamento Físico da CAGECE, uma vez que estes fatores tendem a levar a comunidade a uma retração natural no consumo.

O Manual Operativo do PROÁGUA estabelece que o índice de abastecimento (iab) a ser adotado para cidades com população igual ou superior a 5.000 habitantes, que é o caso de Catarina, deverá ser de 90%.

No caso específico de Catarina, que já possui este índice de cobertura, e em virtude da CAGECE já ter constatado e proposto em seu diagnóstico do sistema, a necessidade de ampliação da rede de distribuição e número de ligações, ficou estabelecida, em consenso com a Fiscalização da SRH, a meta de cobertura de 95%, a ser alcançada a partir de 2005.

O índice de perdas de 25% é a meta estabelecida pelo PROÁGUA em seu Manual Operativo para todas as cidades a serem beneficiadas com a implantação de projetos de adutoras para abastecimento d'água.

Este índice atualmente já é alcançado pela operação do sistema, provavelmente em virtude da baixa oferta e da péssima qualidade da água disponível.



Com a regularização do sistema ocasionada pela implantação do novo sistema adutor ficou estabelecido que este índice deverá ser mantido pelo Sistema, devendo ocorrer uma ampliação da micromedicação existente.

#### **IV.3.2 - Situação sem Projeto**

Representa a realidade atual, onde existem populações ligadas e populações não conectadas à rede pública de água nas localidades alvo do projeto.

Para as conectadas, a demanda para a situação sem projeto foi estimada considerando-se o consumo médio per capita atual (82,13 l/hab.dia), o nível de cobertura atual (90,58%), obtidos junto à companhia operadora - CAGECE, relativos aos últimos doze meses, a população do ano 2000 (5.043 hab.) e o índice de perdas do sistema.

Nesta comunidade, para as não ligadas à rede (9,72%) considerou-se um consumo médio de 33 l/hab.dia, de acordo com dados de pesquisas de campo apresentados em estudos de adutoras elaborados pela SRH, para cidades de mesmo porte e características físicas e sócio-econômicas semelhantes, bem como baseados em outros estudos desenvolvidos tais como o Estudo de Avaliação Per Capita para a amostra do PMSS-II elaborado para a CAGECE pela VBA Consultores.

Desta forma, a demanda de água para a situação sem projeto foi calculada multiplicando-se a população estimada para o ano 2000 pelo percentual relativo ao nível de cobertura atual, vezes o consumo per capita médio líquido atual da população ligada, mais a população não ligada vezes o consumo per capita estimado de 33 l/hab.dia. Este nível de demanda foi mantido constante durante todo o horizonte de análise do projeto, considerando que o sistema atual não permite expansão de oferta de água.

O quadro IV.6 apresenta a Estimativa de Demanda para a situação sem projeto, considerando a população ligada e não ligada à rede pública de abastecimento.

#### **IV.3.3 - Situação com Projeto**

Conceitualmente, a demanda de água para a situação com projeto para uma dada localidade é calculada multiplicando-se o consumo per capita proposto, isto é, para situação com o projeto, pela população de cada ano do horizonte de análise do projeto, vezes o nível de atendimento considerado possível de ser atingido. O quadro IV.7 sumariza os cálculos.



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

QUADRO IV.6  
ESTIMATIVA DE DEMANDA PARA A SITUAÇÃO SEM PROJETO - CATARINA

Ano	População	Consumo Per Capita Líquido		Nível de Atendimento	Demanda sem Projeto		Demanda sem Projeto (m³/ano)
		Ligados (l/habxdia)	Não Ligados (l/habxdia)		Ligados (m³/ano)	Não Ligados (m³/ano)	
2000	5.043	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2001	5.149	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2002	5.257	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2003	5.368	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2004	5.480	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2005	5.596	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2006	5.713	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2007	5.833	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2008	5.956	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2009	6.081	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2010	6.208	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2011	6.339	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2012	6.472	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2013	6.608	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2014	6.746	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2015	6.888	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2016	7.033	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2017	7.180	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2018	7.331	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2019	7.485	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2020	7.642	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2021	7.803	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2022	7.967	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2023	8.134	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2024	8.305	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2025	8.479	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2026	8.657	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2027	8.839	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2028	9.025	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2029	9.214	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63
2030	9.408	82,13	33,00	90,58	136.939,64	5.721,98	142.661,63

**QUADRO IV.7**  
**ESTIMATIVA DE DEMANDA COM PROJETO - CATARINA**

Ano	População (hab)	Consumo Per Capita Líquido (l/habxdia)	Nível de Atendimento (%)	Demanda com Projeto (m³/ano)
2000	5.043	82,13	90,58	136.939,64
2001	5.149	86,25	91,00	147.508,23
2002	5.257	90,00	92,00	158.877,05
2003	5.368	97,50	93,00	177.661,34
2004	5.480	105,00	94,00	197.419,74
2005	5.596	112,50	95,00	218.296,46
2006	5.713	112,50	95,00	222.860,56
2007	5.833	112,50	95,00	227.541,68
2008	5.956	112,50	95,00	232.339,84
2009	6.081	112,50	95,00	237.216,01
2010	6.208	112,50	95,00	242.170,20
2011	6.339	112,50	95,00	247.280,43
2012	6.472	112,50	95,00	252.468,68
2013	6.608	112,50	95,00	257.773,95
2014	6.746	112,50	95,00	263.157,24
2015	6.888	112,50	95,00	268.696,58
2016	7.033	112,50	95,00	274.352,93
2017	7.180	112,50	95,00	280.087,31
2018	7.331	112,50	95,00	285.977,73
2019	7.485	112,50	95,00	291.985,17
2020	7.642	112,50	95,00	298.109,64
2021	7.803	112,50	95,00	304.390,15
2022	7.967	112,50	95,00	310.787,69
2023	8.134	112,50	95,00	317.302,26
2024	8.305	112,50	95,00	323.972,86
2025	8.479	112,50	95,00	330.760,49
2026	8.657	112,50	95,00	337.704,16
2027	8.839	112,50	95,00	344.803,87
2028	9.025	112,50	95,00	352.059,61
2029	9.214	112,50	95,00	359.432,38
2030	9.408	112,50	95,00	367.000,20

O nível de atendimento proposto para a sede municipal de Catarina foi de 95% (embora os critérios do PROÁGUA sugiram 90%), uma vez que pelos dados operacionais o atual sistema já possui um índice de abastecimento de 90,58% e os técnicos afirmarem que o nível de 95% será facilmente alcançado, uma vez que já existe proposta da CAGECE para ampliação da rede de distribuição e do número de ligações.

O consumo per capita incluindo perdas adotado para o SAA de Catarina foi de 150 l/hab.dia, conforme justificado no item *Produção Per Capita de Água Adotada, Incluindo Perdas*, de acordo com o estabelecido pelo Manual Operativo do PROÁGUA. O consumo per capita residencial estimado foi de 106,13 l/hab.dia.

Este valor é plenamente justificado uma vez que o atual consumo, incluindo não residencial, de 109,21 l/hab.dia, encontra-se abaixo da média devido a insuficiência na oferta d'água e na péssima qualidade da água distribuída à população. O per capita líquido residencial de 106,13 l/hab.dia está compatível com os valores calculados para os per capita residenciais da amostra do PMSS-II, obtidos através de pesquisas de campo, para cidades de características físicas semelhantes, embora de porte um pouco maior, que variam de 111 l/hab.dia a 117 l/hab.dia, calculados de acordo com o número de economias por classe de renda e o consumo médio mensal por classe de renda.

O consumo não residencial (comércio, indústria e pública) de Catarina atualmente é de 5,24% em relação ao consumo humano. Foi estimado um percentual de 6% baseado também em pesquisas de campo realizadas em projetos semelhantes relativos a outros consumos não domiciliares, para as cidades componentes do PMSS-II, incluindo Crateús (coeficiente de 8,37%), Quixadá (7,79%), Maranguape (8,37%), Maracanaú (8,7%), Cascavel (8,26%), Aracati (7,11%) e Itapipoca (9,3%), bem mais desenvolvidos comercial e industrialmente do que Catarina.

Desta forma, nas projeções de demanda, com projeto, foi empregado o seguinte consumo per capita líquido total: 112,50 l/hab.dia, que corresponde a 106,13 l/hab.dia do per capita líquido residencial mais 6,37 l/hab.dia do consumo não residencial, que corresponde a 6% do consumo humano.

#### IV.4 - PROJEÇÕES DE OFERTA

##### IV.4.1 - Situação sem Projeto

Para a situação sem projeto, a oferta foi calculada considerando-se as populações ligadas e não ligadas à rede. Para a população ligada, a oferta é igual à demanda mais as perdas físicas atuais, mantidas constantes durante todo o horizonte de análise. Para os não ligados, considerou-se a oferta igual à demanda (quadro IV.8).



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

QUADRO IV.8  
ESTIMATIVA DE OFERTA PARA A SITUAÇÃO SEM PROJETO - CATARINA

Ano	População	Consumo Per Capita		Nível de Atendimento (%)	Oferta sem Projeto		Oferta sem Projeto (m³/ano)
		Ligados (l/habxdia)	Não Ligados (l/habxdia)		Ligados (m³/ano)	Não Ligados (m³/ano)	
2000	5.043	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2001	5.149	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2002	5.257	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2003	5.368	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2004	5.480	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2005	5.596	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2006	5.713	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2007	5.833	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2008	5.956	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2009	6.081	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2010	6.208	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2011	6.339	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2012	6.472	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2013	6.608	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2014	6.746	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2015	6.888	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2016	7.033	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2017	7.180	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2018	7.331	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2019	7.485	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2020	7.642	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2021	7.803	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2022	7.967	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2023	8.134	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2024	8.305	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2025	8.479	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2026	8.657	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2027	8.839	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2028	9.025	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2029	9.214	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18
2030	9.408	109,51	33,00	90,58	182.586,19	5.721,98	188.308,18

#### IV.4.2 - Situação com Projeto

A oferta para a situação com projeto foi calculada considerando-se a demanda com projeto, adicionando-se as perdas do sistema. Estes níveis de perda serão de 25%, considerado aceitável para as condições operacionais das empresas estaduais de saneamento e recomendado pelo PROÁGUA (quadro IV.9).



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

QUADRO IV.9  
ESTIMATIVA DE OFERTA COM PROJETO - CATARINA

Ano	População (hab.)	Consumo Per Capita (l/habxdia)	Nível de Atendimento (%)	Oferta (m <sup>3</sup> /ano)
2000	5.043	109,51	90,58	182.586,19
2001	5.149	115,00	91,00	196.677,64
2002	5.257	120,00	92,00	211.836,07
2003	5.368	130,00	93,00	236.881,79
2004	5.480	140,00	94,00	263.226,32
2005	5.596	150,00	95,00	291.061,95
2006	5.713	150,00	95,00	297.147,41
2007	5.833	150,00	95,00	303.388,91
2008	5.956	150,00	95,00	309.786,45
2009	6.081	150,00	95,00	316.288,01
2010	6.208	150,00	95,00	322.893,60
2011	6.339	150,00	95,00	329.707,24
2012	6.472	150,00	95,00	336.624,90
2013	6.608	150,00	95,00	343.698,60
2014	6.746	150,00	95,00	350.876,33
2015	6.888	150,00	95,00	358.262,10
2016	7.033	150,00	95,00	365.803,91
2017	7.180	150,00	95,00	373.449,75
2018	7.331	150,00	95,00	381.303,64
2019	7.485	150,00	95,00	389.313,56
2020	7.642	150,00	95,00	397.479,53
2021	7.803	150,00	95,00	405.853,54
2022	7.967	150,00	95,00	414.383,59
2023	8.134	150,00	95,00	423.069,68
2024	8.305	150,00	95,00	431.963,81
2025	8.479	150,00	95,00	441.013,99
2026	8.657	150,00	95,00	450.272,21
2027	8.839	150,00	95,00	459.738,49
2028	9.025	150,00	95,00	469.412,81
2029	9.214	150,00	95,00	479.243,18
2030	9.408	150,00	95,00	489.333,60

## V - O PROJETO PROPOSTO



## V - O PROJETO PROPOSTO

### V.1 - INTRODUÇÃO

#### V.1.1 - Realidade Atual da Área a Ser Efetuada pelo Sistema Proposto

O manancial que atende o sistema de abastecimento d'água de Catarina é superficial, com capacidade de 1.200.000 m<sup>3</sup> que, quando cheio, suporta o abastecimento do sistema durante um ano. Em anos secos, a situação se torna crítica pois o açude Buenos Aires não oferece garantias para atender a demanda requerida. Além disso, a água apresenta elevados teores de cloretos, razão pela qual foi instalado um sistema de dessalinização. Mesmo assim, apenas 02 (dois) dias por semana é distribuída água dessalinizada à população. Em períodos de estiagem, a qualidade da água apresenta ainda situação mais crítica.

Os equipamentos instalados na captação atual são insuficientes para atender o sistema de abastecimento d'água de Catarina. A unidade de captação não apresenta conjunto motor-bomba reserva, ocasionando uma paralisação no sistema sempre que o conjunto efetivo necessita de manutenção.

A atual ETA instalada em Catarina não tem condições de atender satisfatoriamente ao sistema de abastecimento do ponto de vista quantitativo, no horizonte de projeto de 30 anos, pois possui capacidade de 60 m<sup>3</sup>/h, e em 2020, 2ª etapa do projeto, a demanda requerida será de 65,34 m<sup>3</sup>/h.

O atual sistema de reservação existente conta apenas com um reservatório apoiado de 175 m<sup>3</sup>, existindo ainda um reservatório elevado de 50 m<sup>3</sup> que funciona por compensação, sendo os mesmos insuficientes para atender satisfatoriamente a operação do SAA de Catarina.

Existem 1.165 ligações reais, sendo 1.094 ativas e um índice de atendimento de 90,58%. A população conectada ao atual SAA de Catarina perfaz um total de 5.043 habitantes.

#### V.1.2 - Objetivos e Metas do Sistema Projetado / Localidades a Serem Beneficiadas / Nível de Atendimento Proposto

O açude Rivaldo de Carvalho, com capacidade de armazenamento de 19,522 milhões de m<sup>3</sup>, localizado a 18 km da sede municipal de Catarina, é a proposta para a nova fonte hídrica do sistema de abastecimento d'água da sede municipal de Catarina. A adoção deste manancial operado pela COGERH, para o SAA de Catarina é uma reivindicação antiga da população local, sendo, também, a alternativa proposta pela CAGECE para a solução definitiva dos problemas hídricos apresentados pelo atual sistema.

A implantação desta nova adutora visa dotar a sede municipal de um sistema que ofereça garantias referentes aos aspectos quantitativos e qualitativos no abastecimento d'água de sua população, uma vez que o atual SAA existente apresenta graves problemas operacionais, conforme diagnosticado no item anterior.

A adutora será projetada para um horizonte de projeto de 30 (trinta) anos, índice de atendimento de 95% e índice de perdas de 25%.

Serão projetadas novas unidades de tratamento de acordo com os parâmetros da nova fonte hídrica, com padrões de qualidade bem superiores, e será elevado o índice de reservação do sistema.

### V.1.3 - A Fonte Hídrica Proposta

O açude Rivaldo de Carvalho encontra-se nas coordenadas: UTM X (m) 396737.493; UTM Y (m) 9306640.186.

Este açude foi construído pelo DNOS no período de 1962 à 1966. Atualmente encontra-se gerenciado e monitorado pela COGERH. O seu projeto e todos os dados neles contidos foram perdidos. Por este fato, a COGERH através da Consultora KL - Serviços e Engenharia Ltda., realizou serviço de batimetria para avaliar a capacidade do reservatório, e disponibilizou os seguintes dados:

- Rio Barrado: RIO CONDADO
- Volume de Armazenamento: 19.522.000 m<sup>3</sup>
- Maciço:
  - Tipo: Gravidade em alvenaria de pedra;
  - Altura máxima - 19,453 m;
  - Cota do Coroamento - 999,746 m;
  - Extensão - 398,078 m;
  - Largura Barragem - 1,200 m.

- Sangradouro:
  - Tipo - Perfil Creager;
  - Cota da Soleira - 997,498.
- Tomada D'água:
  - Tipo - Galeria Retangular Simples;
  - Cota da Geratriz inferior a jusante - 984, 955 m;
  - Dispositivo de Controle - Registro de Gaveta.

A figura V.1, a seguir, apresenta o gráfico da curva (cota x área x volume) do Açude Rivaldo de Carvalho.

A Empresa Engesoft realizou um Estudo de Simulação do Açude Rivaldo de Carvalho para a COGERH no âmbito do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, cuja síntese encontra-se apresentada a seguir. Vale ressaltar que neste estudo, por inexistência de dados, considerou-se a capacidade deste reservatório como sendo 6.428 hm<sup>3</sup>.

No mesmo estudo foi analisado o comprometimento dos reservatórios da bacia do Jaguaribe e realizado os Estudos de Balanço "Oferta x Demanda" da grande açudagem para anos secos e anos normais, cujos resultados encontram-se apresentados em anexo.

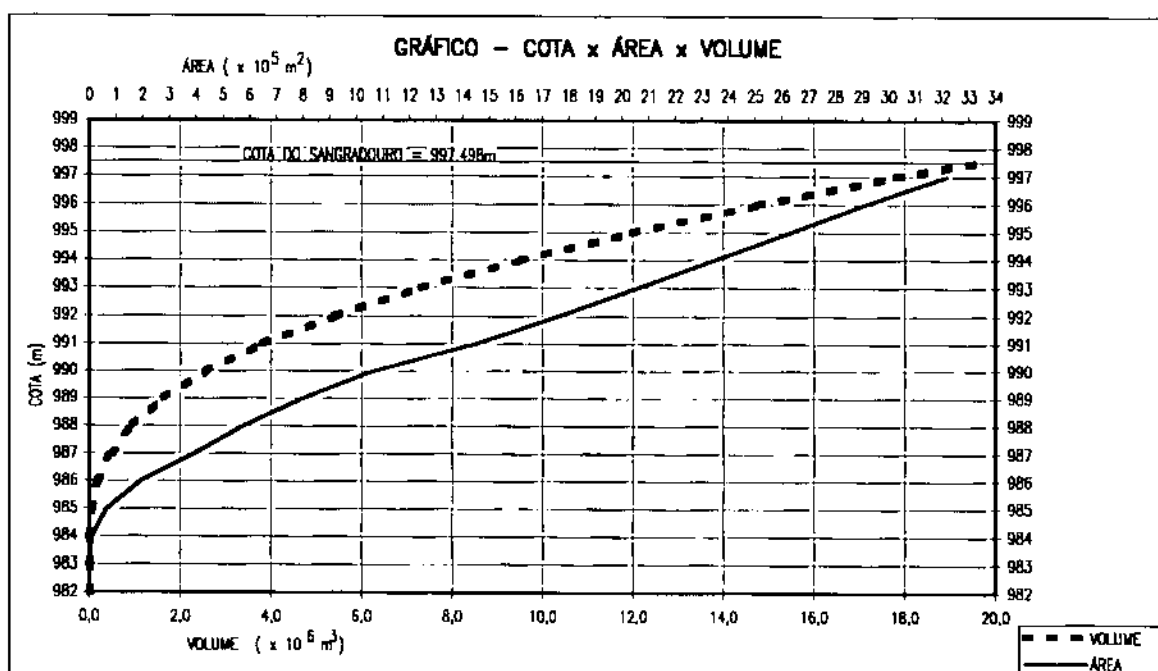
O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

- **vazões afluentes** - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe no açude Orós;
- **evaporações do lago** - obtidas a partir do tanque classe A em Tauá com um fator de tanque de 0,70;
- **precipitação sobre o lago** - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Rivaldo de Carvalho (3820421 - Catarina) utilizando-se dados do PERH.

**FIGURA V.1**  
**COTA x ÁREA x VOLUME - AÇUDE RIVALDO DE CARVALHO**

**QUADRO - COTA x ÁREA x VOLUME**

COTA	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA MÉDIA (m <sup>2</sup> )	ALTURA (m)	VOL. PARCIAL (m <sup>3</sup> )	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> )
982	0,00			0,00	0,00
983	1.157,77	578,89	1,00	578,89	578,89
984	9.944,97	5.551,37	1,00	5.551,37	6.130,26
985	63.976,83	36.960,90	1,00	36.960,90	43.091,16
986	190.789,83	127.383,33	1,00	127.383,33	170.474,49
987	389.825,68	290.307,76	1,00	290.307,76	460.782,24
988	575.390,81	482.608,25	1,00	482.608,25	943.390,49
989	796.231,80	685.811,31	1,00	685.811,31	1.629.201,79
990	1.061.747,29	928.589,55	1,00	928.589,55	2.558.191,34
991	1.443.579,87	1.252.663,58	1,00	1.252.663,58	3.810.854,92
992	1.752.182,63	1.597.881,25	1,00	1.597.881,25	5.408.736,17
993	2.055.961,43	1.904.072,03	1,00	1.904.072,03	7.312.808,20
994	2.341.815,80	2.198.888,62	1,00	2.198.888,62	9.511.696,81
995	2.525.187,84	2.483.501,82	1,00	2.483.501,82	11.995.198,63
996	2.907.112,27	2.766.150,06	1,00	2.766.150,06	14.761.348,69
997	3.214.827,33	3.060.969,80	1,00	3.060.969,80	17.822.318,49
997,498	0,00	0,00	0,50	1.699.862,02	19.522.180,50





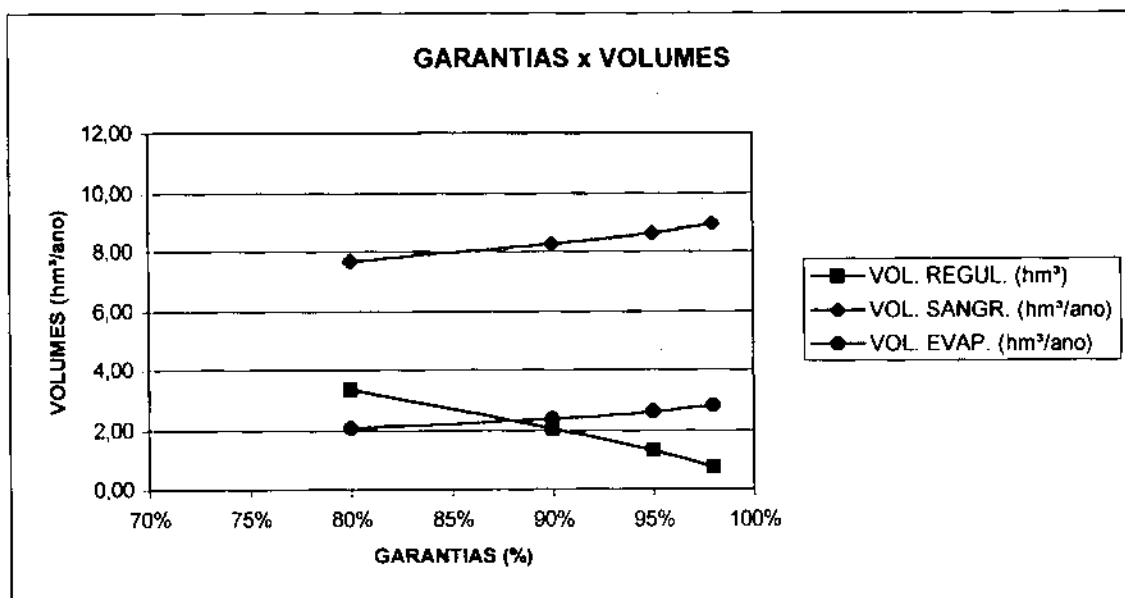
## RESERVATÓRIO RIVALDO DE CARVALHO

Capacidade: 6.428 hm<sup>3</sup>

Deflúvio Médio: 12,47 hm<sup>3</sup>/ano

Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV): 1.29

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm <sup>3</sup> )	3,350	2,061	1,317	0,753
Vazão Regularizada (m <sup>3</sup> /s)	0,106	0,065	0,042	0,024
Falha Máxima (meses)	26	19	15	8
Frequência da Falha Anual (%)	49,41	29,41	15,29	8,24
Média das Sangrias (hm <sup>3</sup> /ano)	7,67	8,25	8,62	8,95
Médias das Evaporações (hm <sup>3</sup> /ano)	2,07	2,38	2,62	2,81



Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

RIVALDO DE CARVALHO (Posto mais próximo = 3820421)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DO TANQUE ** Tauá (mm)
JAN	186.20	74.1	112.10	0.073	266
FEV	164.50	111.2	53.30	0.035	235
MAR	165.20	178.4	-13.20	-0.009	236
ABR	149.80	143.9	5.90	0.004	214
MAI	145.60	67.6	78.00	0.051	208
JUN	154.00	25.9	128.10	0.083	220
JUL	176.40	11.4	165.00	0.107	252
AGO	193.90	4.4	189.50	0.123	277
SET	207.20	5.7	201.50	0.131	296
OUT	228.20	6.1	222.10	0.145	326
NOV	214.20	10.1	204.10	0.133	306
DEZ	217.70	29.1	188.60	0.123	311
<b>TOTAL</b>	<b>2202.90</b>	<b>667.90</b>	<b>1535.00</b>	<b>1.0</b>	<b>3147</b>

\* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES.

\*\* Fonte: PLIRHINE

EVAPORAÇÃO: 2202,90 mm

## V.2 - CONCEPÇÃO GERAL

### V.2.1 - Estudo de Concepção do Sistema

#### V.2.1.1 - Considerações Iniciais

A implantação da adutora de Catarina é prevista em uma única etapa construtiva (2000). As estações de bombeamento deverão ser implantadas também em 2000, tendo sido prevista a troca dos equipamentos em 2010 e 2020. A adutora de Catarina estende-se do açude Rivaldo de Carvalho, onde encontra-se localizada a captação sobre flutuante, até a ETA existente na cidade de Catarina, que sofrerá alteração na sua concepção de projeto. A nova Estação de Tratamento D'água do SAA de Catarina atenderá aos parâmetros de análise de qualidade da água do açude Rivaldo de Carvalho, realizada pela COGERH e apresentada em anexo. Procurou-se aproveitar, ao máximo, a infra-estrutura de água tratada já existente em Catarina (Reservatório Apoiado, Reservatório de Distribuição e Parte Civil da Estação Elevatória de Água Tratada).

A extensão total da adutora de 19.290,45 m foi dividida em 04 (quatro) trechos:

- TRECHO I: Da captação flutuante na fonte Hídrica (Estaca 0) até a estação elevatória EB1 (Estaca 50+4m);
- TRECHO II: Entre a estação elevatória EB1 (Estaca 50+4m) e a primeira caixa de passagem projetada SP1 (Estaca 290);
- TRECHO III: Entre a primeira caixa de passagem SP1 (Estaca 290) e a segunda caixa de passagem projetada SP2 (Estaca 779);
- TRECHO IV: Entre a Segunda caixa de passagem (Estaca 779) e a ETA da cidade de Catarina (Estaca 964+10,45 m).

#### V.2.1.2 - Considerações sobre a Topografia e Geotecnia Existentes

Para o estudo das alternativas foram utilizados os levantamentos topográficos e os estudos geotécnicos concluídos até o presente momento.

Os estudos topográficos constam de um nivelamento e contranivelamento do eixo da adutora bem como sua locação e o levantamento de pontos notáveis. Para o nivelamento utilizou-se um sistema de cotas do IBGE, realizando-se, portanto, um transporte de cotas a partir do RN 1901-C de cota 589,8401 m localizado na porta principal da igreja de São José, a "Igreja Matriz da Cidade". O início do levantamento foi feito a partir do local determinado em campo para a captação, seguindo-se, então, através da estrada que liga o açude Rivaldo de Carvalho a Estação de Tratamento de Água da cidade de Catarina e em seguida ao RN1901-C.

A cota de partida do levantamento topográfico foi 394,264 m. Esta cota representa o nível máximo do açude Rivaldo de Carvalho. De acordo com as informações existentes sobre o açude em questão chegou-se a um nível de água mínimo como sendo cerca de 10 metros abaixo do máximo, ficando, portanto, na cota 384,264 m.

O início dos estudos geotécnicos tiveram início logo após os levantamentos topográficos. Estes estudos constam de sondagens a trado espaçadas de 500 metros, além da determinação de pontos notáveis como blocos de rocha e os tipos de solo do terreno. A locação das sondagens bem como a amarração dos pontos notáveis foi feita a partir dos piquetes e marcos recentemente implantados pela equipe de topografia.

### V.2.1.3 - O Sistema Proposto

#### ♦ Captação

A captação será feita diretamente no lago do açude, a partir do conjunto motorbomba instalado sobre plataforma flutuante (N.A.min = 384,264m) que realizará o recalque através de uma tubulação inicial em PEAD (100 metros) até o barrilete situado às margens do açude, e depois em tubulação de ferro fundido até o reservatório da estação elevatória EB1. Apresenta-se, a seguir, as principais características técnicas da captação flutuante.

ELAVATÓRIA	NÚMERO DE BOMBAS	VAZÃO (l/s)			ALTURA MANOMÉTRICA			POT. TEÓRICA (CV)			POT. ADOTADA (CV)		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
CAPTAÇÃO <sup>(1)</sup>	1+1R	15,50	18,27	24,26	92,63	94,57	99,78	40,34	48,55	58,47	50	50	60

(1) Valores para Na. Mín.

#### ♦ Adutora de Água Bruta

Para aduzir a água do açude Rivaldo de Carvalho até a cidade de Catarina será instalada uma linha adutora de 19.280,40 m de extensão e diâmetro variando entre 150 e 200 mm.

A adutora foi dividida em 04 (quatro) trechos. O caminhamento da linha acompanha a estrada carrocável que liga o açude Rivaldo de Carvalho na localidade de São Gonçalo, fonte hídrica do projeto, até a sede municipal de Catarina.

O Trecho 1, em recalque, possui 1.004 m de extensão e foi projetado com diâmetro de 150 mm, sendo adotada a tubulação aérea em ferro fundido (exceto no trecho inicial de 100 m em PEAD), uma vez que, no seu traçado, o terreno apresenta um elevado número de afloramentos rochosos. Este trecho inicia na captação (N.A.min = 384,264m) e vai até a estaca 50+4,00 m, onde está prevista a instalação da primeira estação elevatória, denominada EB-1(N.A.max = 471,635m), dando início ao segundo trecho e sendo responsável por mais um recalque até um segundo ponto elevado.

O trecho 2 apresenta um comprimento total de 4.796 m. Neste trecho a adutora foi projetada em recalque com diâmetro de 150 mm, a partir da EB-1 (N.A.min = 468,935m), localizada na estaca 50+4,00 m, até a estaca 290, onde será instalado a primeira caixa de passagem SP-1(N.A.max = 535,100m), que fará a transição do regime de escoamento em recalque para gravidade.

O Trecho 3, que está compreendido entre as estacas 290 e 782, foi dividido em dois subtrechos: Subtrecho 3.1 e Subtrecho 3.2. O primeiro é um trecho gravitatório em FoFo, DN 200 mm com 5.600 m de extensão saindo da Caixa de passagem SP1(N.A.min = 531,870m) até a estação elevatória EB2 na estaca 570 (N.A.max = 512,572m), e o outro por recalque saindo da estação elevatória EB2 (N.A.min = 509,872m) com DN 150 mm e extensão de 4.240 m até a Segunda caixa de passagem projetada na estaca 782 (N.A.max = 612,761m).



O quarto trecho foi concebido para operar gravitariamente, a partir da caixa de passagem SP-2 (N.A.min = 609,520m) a ser instalada na estaca 782, até a câmara de carga (N.A.max = 597,50m) a ser instalada na ETA em Catarina. Este trecho perfaz um total de 3.660,00 m em uma tubulação de 200 mm em FoFo.

TRECHO	VAZÃO (l/s)			DN (mm)	EXTENSÃO (m)	MATERIAL	VELOCIDADE (m/s)			PERDA DE CARGA (m)			PIEZ. NO INÍCIO (m)			
	2010	2020	2030				2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	
T-1	CAPTAÇÃO	15,50	18,27	24,26	150	100,0 / 904,0	PEAD/FoFo K7	0,82	0,97	1,29	5,26	7,20	12,41	476,90	478,84	484,05
T-2	EB-1 / SP-1	15,56	18,81	22,92	150	4 786,0	FoFo - K7	0,82	1,00	1,21	22,43	32,77	48,47	557,52	567,87	583,57
T-3	SUB-3.1 (SP-1 / EB-2)	15,56	18,81	22,92	200	5 600,0	FoFo - K7	0,46	0,56	0,68	6,22	8,88	12,89	531,87	531,87	531,87
	SUB-3.2 (EB-2 / SP-2)	15,42	18,61	25,42	150	4 240,0	FoFo - K7	0,82	0,95	1,35	19,26	28,15	52,26	632,02	640,91	665,02
T-4	SP2 / ETA-Catarina	15,42	18,61	25,42	200	3 660,0	FoFo - K7	0,46	0,55	0,76	3,95	5,62	10,12	609,52	609,52	609,52

#### ◆ Estações Elevatórias

Além da elevatória da captação (EE-Cap), o sistema adutor de água bruta contará com mais duas elevatórias (EB-1 e EB-2). No quadro apresentado a seguir está um resumo das principais características destas estações.

ELAVATÓRIAS	NÚMERO DE BOMBAS	VAZÃO (l/s)			ALTURA MANOMÉTRICA			POT. TEÓRICA (CV)			POT. ADOTADA (CV)		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
EB-1	1+1R	15,56	18,81	22,92	88,59	98,93	114,63	42,24	51,25	69,50	50	60	75
EB-2	1+1R	15,42	18,61	25,42	122,15	131,04	155,15	54,11	67,18	98,87	60	75	100

#### ◆ Estação de Tratamento

Do ponto de vista qualitativo e quantitativo foi prevista a instalação de uma nova Estação de Tratamento D'água concebida para atender aos parâmetros de qualidade da água da nova fonte hídrica do sistema e a demanda requerida pelo mesmo para o horizonte de projeto de 30 anos. Por determinação da Fiscalização da SRH/SOHIDRA foi descartado o reaproveitamento de partes das unidades existentes, tais como filtros, proposto pela GOA.

De acordo com os indicadores de qualidade da água bruta do açude Rivaldo de Carvalho, o processo de tratamento mais adequado para este sistema de abastecimento d'água é a tecnologia da filtração direta ascendente, seguido de desinfecção, fluoração e correção de pH.

Como a água bruta apresentou-se bastante colorida, recomenda-se que seja adotada filtração com taxa constante.

Apresenta-se, a seguir, uma descrição sucinta das unidades, com suas capacidades:

- câmara de carga modelo CCLA-1 para vazão de até 180 m<sup>3</sup>/h; Qf = 80,42 m<sup>3</sup>/h; Ø = 700 mm; h = 7,1 m;
- filtro ascendente modelo CLA II-200; Qf = 80,42 m<sup>3</sup>/h; 04 módulos; Ø 2.000 mm e h = 3,48 m, com taxa máxima de filtração de 128 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia e tempo de lavagem de 15 min;

- estação de bombeamento para lavagem dos filtros com as seguintes características: 02 conjuntos eletrobomba centrífuga de eixo horizontal, sendo uma de reserva, montada sobre base metálica, vazão de 100 m<sup>3</sup>/h, altura manométrica de 15,10 m e potência do motor de 10 CV e 1.750 rpm.

#### ◆ Reservação

A estrutura de reservação existente em Catarina de 175 m<sup>3</sup>, em reservatório apoiado, e 50 m<sup>3</sup> em reservatório elevado é insuficiente para atender a necessidade de reservação, já de início de plano, e de final de plano, calculada em 536,26 m<sup>3</sup>.

Portanto, deverá ser realizada uma ampliação no sistema de reservação no início de projeto, com a implantação de um reservatório elevado de 150 m<sup>3</sup>, juntamente com mais um reservatório apoiado de 200 m<sup>3</sup>, totalizando uma reservação de 575 m<sup>3</sup>, suficiente para atender a demanda requerida para o horizonte de projeto de 30 anos. Tanto o reservatório elevado de 150 m<sup>3</sup> quanto o reservatório apoiado de 200 m<sup>3</sup> serão executados logo no início de projeto. Será construído também um reservatório elevado na área da ETA de 100 m<sup>3</sup> para lavagem dos filtros.

#### ◆ Sistema de Água Tratada

##### • Adutora de Água Tratada

Será construída uma Linha de adução com comprimento L = 1.580,00 metros; DN = 150 mm em PVC paralelamente à adutora já existente. A adutora tem seu início na Estação elevatória de água tratada EEAT situada junto a ETA de Catarina e término junto ao reservatório elevado na cidade de Catarina juntamente com o segundo reservatório elevado a ser construído.

##### • Estação Elevatória de Água Tratada

A Estação Elevatória de Água Tratada foi projetada para três etapas distintas, com a substituição do conjunto elevatório a cada 10 anos. No quadro apresentado a seguir está um resumo das principais características desta estação.

ELEVATÓRIA	NÚMERO DE BOMBAS	VAZÃO (l/s)			ALTURA MANOMÉTRICA			POT. TEÓRICA (CV)			POT. ADOTADA (CV)		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
EEAT	1+1R	16,86	19,06	24,00	62,97	65,12	70,81	29,58	35,46	40,35	30	40	50

#### ◆ Principais Parâmetros de Projeto

Os principais parâmetros adotados no dimensionamento foram os seguintes:

- Ano inicial do projeto ..... 2000
  - Início da 1ª etapa ..... 2000
  - Início da 2ª etapa ..... 2010

• Início da 3ª etapa .....	2020
– Ano final do projeto .....	2030
– Coeficiente de majoração para o dia de maior consumo ( $k_1$ ) .....	1,20
– Coeficiente de majoração para a hora de maior consumo ( $k_2$ ) .....	1,50
– Tempo de funcionamento diário do sistema .....	20 h
– Consumo per capita (q), incluindo perdas .....	150 l/hab.dia
– Metodologia para cálculo do sistema .....	fórmula universal (Colebook)
– Índice de atendimento (iab) .....	meta: 95%
– Índice de perdas .....	25%
– População ano 2000 (hab.) .....	5.043
– População ano 2010 (hab.) .....	6.208
– População ano 2020 (hab.) .....	7.642
– População ano 2030 (hab.) .....	9.408

#### ♦ Vazões de Projeto

De acordo com os dados e os parâmetros mostrados no item anterior, foram obtidas as evoluções das demandas ao longo dos anos de cada localidade atendida pelo projeto, bem como a capacidade de reserva necessária em cada período. Os resultados são apresentados no quadro V.1 a seguir.

#### ♦ Dimensionamento

O dimensionamento foi realizado a partir da avaliação do diâmetro econômico, ou seja, para iguais condições de vazão, comprimento e níveis altimétricos, adotou-se o diâmetro que apresentou o menor custo final de aquisição e operação, sendo este último representado pelo consumo de energia, além dos custos anuais de manutenção e operação das unidades do sistema. Os resultados obtidos relativos aos diâmetros adotados para as unidades de adução foram apresentados no Relatório Técnico Preliminar.

As unidades elevatórias que compõem o projeto serão implantadas por etapas. Inicialmente (ano 2000) serão implantados os equipamentos para atender as demandas do projeto relativas ao ano de 2010. Posteriormente, na 2ª etapa do projeto, prevista para o ano de 2010, serão substituídos os referidos equipamentos, adequando os sistemas às condições de vazões e alturas manométricas referentes ao ano de 2020. Finalmente, no ano de 2020, dar-se-á início a 3ª etapa do projeto.



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

QUADRO V.1  
VAZÕES DE PROJETO / EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS E RESERVAÇÃO NECESSÁRIA - CATARINA

Ano	Taxa Cresc. (%)	Popul. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s)-20h			Reserv. Nec. (m³)
				Bruta	Líquida				Média	Máx.dia	Máx.hora	
2000		6.043	25	109,61	82,13	90,68	136.939,64	182.686,19	6,95	8,34	12,51	200,09
2001		5.149	25	115,00	86,25	91,00	147.508,23	196.677,64	7,48	8,98	13,47	215,54
2002		5.257	25	120,00	90,00	92,00	158.877,05	211.836,07	8,06	9,67	14,51	232,15
2003		5.368	25	130,00	97,50	93,00	177.661,34	236.881,79	9,01	10,82	16,22	259,60
2004		5.480	25	140,00	105,00	94,00	197.419,74	263.226,32	10,02	12,02	18,03	288,47
2005		5.596	25	150,00	112,50	95,00	218.296,46	291.061,95	11,08	13,29	19,94	318,97
2006		5.713	25	150,00	112,50	95,00	222.860,56	297.147,41	11,31	13,57	20,35	325,64
2007		5.833	25	150,00	112,50	95,00	227.541,68	303.388,91	11,54	13,85	20,78	332,48
2008		5.956	25	150,00	112,50	95,00	232.339,84	309.786,45	11,79	14,15	21,22	339,49
2009		6.081	25	150,00	112,50	95,00	237.216,01	316.288,01	12,04	14,44	21,66	346,62
2010		6.208	25	150,00	112,50	95,00	242.170,20	322.893,60	12,29	14,74	22,12	363,86
2011		6.339	25	150,00	112,50	95,00	247.280,43	329.707,24	12,55	15,06	22,58	361,32
2012		6.472	25	150,00	112,50	95,00	252.468,68	336.624,90	12,81	15,37	23,06	368,90
2013		6.608	25	150,00	112,50	95,00	257.773,95	343.698,60	13,08	15,69	23,54	376,66
2014		6.746	25	150,00	112,50	95,00	263.157,24	350.876,33	13,35	16,02	24,03	384,52
2015	2,1	6.888	25	150,00	112,50	95,00	268.696,58	358.262,10	13,63	16,36	24,54	392,62
2016		7.033	25	150,00	112,50	95,00	274.352,93	365.803,91	13,92	16,70	25,06	400,88
2017		7.180	25	150,00	112,50	95,00	280.087,31	373.449,75	14,21	17,05	25,58	409,26
2018		7.331	25	150,00	112,50	95,00	285.977,73	381.303,64	14,51	17,41	26,12	417,87
2019		7.485	25	150,00	112,50	95,00	291.985,17	389.313,56	14,81	17,78	26,67	426,65
2020		7.642	25	150,00	112,50	95,00	298.109,64	397.479,63	15,12	18,16	27,22	436,69
2021		7.803	25	150,00	112,50	95,00	304.390,15	405.853,54	15,44	18,53	27,80	444,77
2022		7.967	25	150,00	112,50	95,00	310.787,69	414.383,59	15,77	18,92	28,38	454,12
2023		8.134	25	150,00	112,50	95,00	317.302,26	423.069,68	16,10	19,32	28,98	463,64
2024		8.305	25	150,00	112,50	95,00	323.972,86	431.963,81	16,44	19,72	29,59	473,39
2025		8.479	25	150,00	112,50	95,00	330.760,49	441.013,99	16,78	20,14	30,21	483,30
2026		8.657	25	150,00	112,50	95,00	337.704,16	450.272,21	17,13	20,56	30,84	493,45
2027		8.839	25	150,00	112,50	95,00	344.803,87	459.738,49	17,49	20,99	31,49	503,82
2028		9.025	25	150,00	112,50	95,00	352.059,61	469.412,81	17,86	21,43	32,15	514,43
2029		9.214	25	150,00	112,50	95,00	359.432,38	479.243,18	18,24	21,88	32,82	525,20
2030		9.408	25	150,00	112,50	95,00	367.000,20	489.333,60	18,62	22,34	33,52	536,26

## VI - MEMORIAL DE CÁLCULO

## VI - MEMORIAL DE CÁLCULO

### VI.1 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

- **Sistema Adutor de Água Bruta**

O sistema adutor para a cidade de Catarina é composto por trechos distintos que interligam as Estações de Bombeamento às Caixas de Passagem, aqui chamadas de SPs (Stand-Pipe) e das Caixas de Passagens aos Reservatórios de Apoio das Estações de Bombeamento. O projeto é formado pelos seguintes trechos independentes:

- TRECHO 1 – Composto de uma Linha de Recalque saindo da Captação flutuante (N.A.min = 384,264m) no Açude Rivaldo de Carvalho até a 1ª Estação de Bombeamento EB-1 (N.A.max = 471,635m).
- TRECHO 2 – Composto de uma Linha de Recalque da Estação de Bombeamento EB-1 (N.A.min = 468,935m) até a 1ª Caixa de Passagem SP1 (N.A.max = 535,100m).
- TRECHO 3 – Subtrecho 3.1 - Composto de uma Linha Gravitária da 1ª Caixa de Passagem SP1 (N.A.min = 531,870m) até o reservatório da Estação de Bombeamento EB-2 (N.A.max = 512,572m).
- TRECHO 3 – Subtrecho 3.2 - Composto de uma Linha de Recalque da Estação de Bombeamento EB-2 (N.A.min = 509,872m) até a 2ª Caixa de Passagem SP2 (N.A.max = 612,761m).
- TRECHO 4 - Composto de uma Linha Gravitária da 2ª Caixa de Passagem SP2 (N.A.min = 609,520m) até a câmara de carga (N.A.max = 597,50m) da ETA da Cidade de Catarina.

Os principais parâmetros e dados utilizados para dimensionamento foram os seguintes:

- **Metodologia**

Para a verificação do dimensionamento hidráulico da adutora foi utilizado o método da fórmula universal, dado pelas seguintes equações:

- Fórmula Universal .....  $h_f = f \times \frac{L \times v^2}{D \times 2g}$

- Fórmula de Swame-Jain .....  $f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{\epsilon}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$

- $Re = \frac{v \times D}{\nu}$ , onde:
  - $h_f$  = perda de carga distribuída (m);
  - $f$  = coeficiente de atrito do material;
  - $L$  = comprimento da tubulação (m);
  - $D$  = diâmetro da tubulação (m);
  - $v$  = velocidade da água na tubulação (m/s)
  - $\epsilon$  = rugosidade relativa da tubulação (m);
  - $Re$  = número de Reynolds;
  - $\nu$  = viscosidade ( $m^2/s$ );

Os principais parâmetros adotados no dimensionamento do sistema são resumidos a seguir:

- Material ..... FoFo TK7JGS
- Rugosidade ( $\epsilon$ ) ..... 0,0001m
- Demandas (l/s) - Adutora de Catarina - 1ª Etapa / 2ª Etapa / 3ª Etapa
  - TRECHO 1 ..... 14,74 / 18,15 / 22,34
  - TRECHO 2 ..... 14,74 / 18,15 / 22,34
  - TRECHO 3 ..... 14,74 / 18,15 / 22,34
  - TRECHO 4 ..... 14,74 / 18,15 / 22,34
- Comprimento / Diâmetro / Material
  - TRECHO 1 ..... 1.004,00m / 150 mm/ FoFo TK7JGS
  - TRECHO 2 ..... 4.796,00m / 150 mm/ FoFo TK7JGS
  - TRECHO 3 – Subtrecho 3.1 ..... 5.600,00m / 200 mm/ FoFo TK7JGS
  - TRECHO 3 – Subtrecho 3.2 ..... 4.240,00m / 150 mm/ FoFo TK7JGS
  - TRECHO 4 ..... 3.660,00m / 200 mm/ FoFo TK7JGS

O quadro VI.1 apresentado a seguir mostra os dados gerais do Sistema Adutor.

QUADRO VI.1 - DADOS GERAIS DA ADUTORA DE CATARINA  
SISTEMA PROPOSTO

TRECHO	VAZÃO (l/s)			DN (mm)	EXTENSÃO (m)	MATERIAL	VELOCIDADE (m/s)			PERDA DE CARGA (m)			PIEZ. NO INÍCIO (m)		
	2010	2020	2030				2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
T-1	CAPTAÇÃO			150	100,0 / 904,0	PEAD/FoFo K7	0,82	0,97	1,29	5,26	7,20	12,41	476,90	478,84	484,05
T-2	EB-1 / SP-1			150	4 796,0	FoFo - K7	0,82	1,00	1,21	22,43	32,77	48,47	557,52	567,87	583,57
T-3	SUB-3 1 (SP-1 / EB-2)			200	5 600,0	FoFo - K7	0,46	0,56	0,68	6,22	8,88	12,89	531,87	531,87	531,87
	SUB-3 2 (EB-2 / SP-2)			150	4 240,0	FoFo - K7	0,82	0,99	1,35	19,26	28,15	52,26	632,02	640,91	665,02
T-4	SP2 / ETA-Catanna			200	3.660,0	FoFo - K7	0,46	0,55	0,76	3,95	5,62	10,12	609,52	609,52	609,52

A figura VI.1 apresenta o perfil da linha piezométrica para a adutora de Catarina. São apresentados também quadros trazendo a determinação das vazões, velocidades, perdas de carga e cotas piezométricas ao longo dos diversos trechos da tubulação, considerando cada etapa do projeto.

Na mesma figura podem ser vistos dados referentes às estações de bombeamento.

#### ◆ Sistema Adutor de Água Tratada

A adutora de água tratada é composta por um único trecho interligando a Estação Elevatória de Água Tratada ao conjunto de dois reservatórios elevados a serem implantados na cidade de Catarina.

Os principais parâmetros e dados utilizados para dimensionamento foram os seguintes:

#### – Metodologia

Para a verificação do dimensionamento hidráulico da adutora foi utilizado o método da fórmula universal, dado pelas seguintes equações:

• Fórmula Universal ..... 
$$h_f = f \times \frac{L \times v^2}{D \times 2g}$$

• Fórmula de Swame-Jain ..... 
$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{\epsilon}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

•  $Re = \frac{v \times D}{\nu}$ , onde:

•  $h_f$  = perda de carga distribuída (m);

•  $f$  = coeficiente de atrito do material;



- $L$  = comprimento da tubulação (m);
- $D$  = diâmetro da tubulação (m);
- $v$  = velocidade da água na tubulação (m/s)
- $\epsilon$  = rugosidade relativa da tubulação (m);
- $Re$  = número de Reynolds;
- $\nu$  = viscosidade ( $m^2/s$ );

Os principais parâmetros adotados no dimensionamento do sistema são resumidos a seguir:

- Material ..... PVC
- Rugosidade ( $\epsilon$ ) ..... 0,00003m
- Demandas (l/s) - Adutora de Catarina - 1ª Etapa / 2ª Etapa / 3ª Etapa
  - TRECHO ÚNICO ..... 14,74 / 18,15 / 22,34
- Comprimento / Diâmetro / Material
  - TRECHO ÚNICO ..... 1.580,00m / 150 mm/ PVC

O quadro VI.2 apresentado a seguir mostra os dados gerais da Adutora de água tratada.

QUADRO VI.2 - DADOS GERAIS DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

TRECHO	VAZÃO (l/s)			DN (mm)	EXTENSÃO (m)	MATERIAL	VELOCIDADE (m/s)			PERDA DE CARGA (m)			PIEZ. NO INÍCIO (m)		
	2010	2020	2030				2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
EEAT-REL	18,86	19,06	24,00	150	1.580,00	PVC DEFOFD	0,89	1,01	1,27	8,42	10,57	16,26	96,97	99,12	104,81

A figura VI.2 apresenta o perfil da linha piezométrica para a adutora de água tratada de Catarina.

♦ **Estações de Bombeamento**

- Sistema Adutor de Catarina

O projeto deste sistema foi concebido levando-se em consideração duas estações de Bombeamento mais a Captação flutuante sobre a bacia hidráulica do açude.

A captação é composta de dois conjuntos motor-bombas instalados sobre um flutuante que aduzirá água para a Estação de bombeamento EB1.

A Estação de Bombeamento EB1 aduzirá água até a primeira caixa de passagem prevista SP1, de onde esta transferirá a água por gravidade até a estação de bombeamento EB2.

A EB2 é responsável pelo último recalque necessário ao sistema, conduzindo a água para a segunda e última caixa de passagem SP2. A caixa de passagem SP2 transfere gravitariamente até a Estação de Tratamento da cidade de Catarina.

Após tratada a água é conduzida até dois reservatórios apoiados, sendo um existente de 175 m<sup>3</sup> e outro de 200 m<sup>3</sup>, de onde será bombeada pela EEAT até o Reservatório elevado da cidade para posterior distribuição.

Tanto a EB1 e a EB2, quanto a captação flutuante e a EEAT (Estação Elevatória de Água Tratada) são formadas por 2 (1+1R) conjuntos motor-bomba.

- *Dimensionamento*

O quadro VI.3 apresenta as principais características dos conjuntos motor-bomba selecionados para compor o sistema.

Segue posteriormente no Anexo II as planilhas responsáveis pelo dimensionamento destes conjuntos elevatórios de água bruta e tratada. O Anexo III traz as curvas características de cada bomba selecionada para cada etapa de projeto.

Após as planilhas é apresentado um memorial descritivo trazendo todas as equações e fórmulas usadas para o dimensionamento e seleção dos conjuntos elevatórios.

- ♦ **Reservação**

- Capacidades (em m<sup>3</sup>):
  - 1 x 200 m<sup>3</sup> (apoiado), 1 x 150 m<sup>3</sup> (elevado) e 1 x 100 m<sup>3</sup> (elevado).
- Tipo de reservatórios (semi-enterrados e elevados)
  - Semi-enterrado (01) e elevado (02).

QUADRO VI.3  
CARACTERÍSTICAS DOS CONJUNTOS MOTOR-BOMBA DAS ELEVATÓRIAS DO SISTEMA ADUTOR DE CATARINA

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	ANO DE IMPLANTAÇÃO	Nº DE CONJUNTOS MOTOR-BOMBA	BOMBA CENTRÍFUGA SELECIONADA				MOTOR		
			Q (m³/h)	A.M.T. (m)	REND.(%)	MODELO	ROTOR (mm)	ROTAÇÃO (rpm)	POTÊNCIA (cv)
CAPTAÇÃO	2010	2 (1+1R)	15,50 <sup>(1)</sup>	92,63 <sup>(1)</sup>	60,0 <sup>(1)</sup>	KSB Meganorm 50-250	220	3500	50
CAPTAÇÃO	2020	2 (1+1R)	18,27 <sup>(1)</sup>	94,57 <sup>(1)</sup>	60,0 <sup>(1)</sup>	KSB Meganorm 65-250	220	3500	50
CAPTAÇÃO	2030	2 (1+1R)	24,26 <sup>(1)</sup>	99,78 <sup>(1)</sup>	69,0 <sup>(1)</sup>	KSB Meganorm 65-250	230	3500	60
EB1	2010	2 (1+1R)	15,56	88,59	55,0	KSB Meganorm 40-250	238	3500	50
EB1	2020	2 (1+1R)	18,81	98,93	60,5	KSB Meganorm 50-250	228	3500	60
EB1	2030	2 (1+1R)	22,92	114,63	63,0	KSB Meganorm 50-250	248	3500	75
EB2	2010	2 (1+1R)	15,42	122,15	58,0	KSB Meganorm 50-250	228	3500	60
EB2	2020	2 (1+1R)	18,61	131,04	60,5	KSB Meganorm 50-250	238	3500	75
EB2	2030	2 (1+1R)	25,42	155,15	65,0	KSB Multiestágio WKL 80/2	205	3500	100
EEAT	2010	2 (1+1R)	16,86	62,97	60,5	KSB Meganorm 40-200	199	3500	30
EEAT	2020	2 (1+1R)	19,06	65,12	59,0	KSB Meganorm 40-200	209	3500	40
EEAT	2030	2 (1+1R)	24,00	70,81	71,0	KSB Meganorm 50-200	190	3500	50

Obs: (1) Dados referentes para Na. Min.

VI.2 - VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DA UNIDADE FLUTUANTE

◆ **Peso Total da Unidade em Operação (W)**

- Peso dos conj. de recalque (bomba + motor + base + acoplamento) .... 2 x 556 kg = 1.112 kg
- Peso dos equipamentos hidromecânicos ..... 1.310 kg
- Peso das câmaras flutuantes ..... 3.060 kg
- Peso da plataforma ..... 1.000 kg
- Peso da monovia ..... 400 kg
- Peso dos guarda-corpo ..... 300 kg
- Sobrecarga ..... 400 kg
- Peso total da unidade em operação (W) ..... 7.582 kg

◆ **Determinação do Volume de Carena (V)**

$$W = \gamma \times V$$

$$V = \frac{7.582 \text{ kg}}{1.000 \text{ kg/m}^3} = 7,582 \text{ m}^3$$

*Peso =  
7.582 kg*

◆ **Determinação da Profundidade Submersa (h)**

a) Volume de uma câmara flutuante ( $V_F$ )

$$V_F = \frac{\pi \times (1,20)^2}{4} \times 6,20 = 7,012 \text{ m}^3$$

b) Volume de carena de uma câmara flutuante ( $V_C$ )

$$V_C = \frac{V}{2} = 3,791 \text{ m}^3$$

c) Área de carena de uma câmara flutuante ( $A_C$ )

$$A_C = \frac{V_C}{6,20} = 0,611 \text{ m}^2$$

d) Profundidade submersa (h)

$$h = \frac{D}{2} \times \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$$

Sabe-se que:

$$A_C = \frac{D^2}{8} \times (\theta - \text{sen } \theta)$$

Para  $\theta = 3,27 \text{ rad (187,357}^\circ)$

Então:

$$A_C = 0,611 = \frac{1,20^2}{8} \times (3,270 + 0,128) = 0,612$$

Isto implica dizer que:

$$h = \frac{1,20}{2} \times \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$$

$$h = 0,638 \text{ m}$$

♦ **Determinação da Altura Metacêntrica ( $\overline{MC}$ ):**

$$\overline{MC} = \frac{I}{V} = \frac{2 \times \text{tg}(\theta/2)}{2 \times \text{sen}(\theta/2)}$$

Adotando-se  $\theta \leq 15^\circ$

$$\overline{MC} \cong \frac{I}{V} = \frac{4,20 \times (6,20)^3}{12 \times 7,582} \cong 11\text{m}$$

♦ **Determinação da Distância entre o Centro de Gravidade (G) e o Centro de Carena (C):**

$$G = \frac{4,80}{2} = 2,40\text{m}$$

$$C = \frac{h}{2} = \frac{0,638}{2} \cong 0,32\text{m}$$

$$\overline{GC} = 2,40 - 0,32 = 2,08\text{m}$$

Como  $\overline{MC} = 11\text{ m} > \overline{GC} = 2,08\text{ m}$  isto implica dizer que a unidade flutuante está em equilíbrio estável.

## VI.3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) DE CATARINA

### VI.3.1 - Antecedentes

O atual Sistema de Tratamento de Água de Catarina compreende 02 (dois) filtros de fluxo ascendente com vazão unitária de 30 m<sup>3</sup>/h e Ø = 2000 mm, dessalinizador padrão CAGECE, cloração à gás e aplicação de sulfato de alumínio e casa de química/operador.

### VI.3.2 - Caracterização da Qualidade da Água Bruta

Sabe-se que os indicadores de qualidade de um determinado corpo d'água variam ao longo do tempo e do espaço. Observa-se, portanto, que para se fazer uma correta caracterização da qualidade da água de um determinado manancial é necessário uma longa série de dados, com os valores médios (diários e/ou mensais), englobando um período mínimo de 36 meses, dos principais parâmetros físicos (cor, turbidez, sabor e odor), químicos (pH, alcalinidade, dureza, ferro, manganês, cloretos, e etc.) e biológicos (coliformes totais e fecais, algas e bactérias).

No caso específico do açude Rivaldo de Carvalho, como não existe essa série de dados sobre a qualidade da sua água, foi realizada uma coleta, no dia 21/05/2001, para análise físico-química e bacteriológica, cujo laudo é apresentado no Anexo IV. Segue no quadro VI.4 os principais indicadores de qualidade obtidos deste laudo.

#### a) Cor

É resultado da existência, na água, de substâncias em solução. Esta característica acentua-se quando há presença de matéria orgânica (principalmente vegetais - ácidos húmicos e fúlvicos), de minerais como o ferro e o manganês, ou de despejos coloridos contidos em esgotos industriais.

Quando a cor é de origem natural não representa risco direto à saúde, porém a cloração da água contendo a matéria orgânica responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos – ex: clorofórmio).

De acordo com o laudo da SEMACE, verifica-se que a água do açude Rivaldo de Carvalho é bastante colorida, com indicador da ordem de 97 uH (21/05/2001).

É importante salientar que a cor pode ser facilmente removida da água por coagulação química.

O padrão de potabilidade de água destinada ao consumo humano, estabelecido pelo Ministério da Saúde (Portaria Nº 1469, de 29/12/2000), determina que o valor máximo permissível da cor aparente da água tratada na entrada da rede de distribuição é de 15,0 uH.

**QUADRO VI.4 - RESUMO DO LAUDO SOBRE A ANÁLISE DA ÁGUA DO  
AÇUDE RIVALDO DE CARVALHO**

PARÂMETRO	UNIDADE	COLETA I
Local	-	Açude
Data da coleta	-	21/05/01
Laudo	-	753/2001
Órgão Responsável	-	SEMACE
Data do Laudo	-	30/05/2001
Turbidez	uT	18
Cor Verdadeira	uH	97
Odor	-	N.I.
PH	-	8,4
Alcalinidade Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	153,1
Alcalinidade em Hidróxido	mgCaCO <sub>3</sub> /L	9,1
Alcalinidade em Carbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	144,0
Alcalinidade em Bicarbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	153,1
Dureza Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	129,5
Cálcio	mgCa/L	21,5
Magnésio	mgMg/L	18,4
Cloretos	mgCl/L	74,6
Ferro	mgFe/L	0,04
Manganês	mgMn/L	N.I.
Oxigênio Dissolvido	mgO <sub>2</sub> /L	N.I.
Sólidos Totais	mg/L	317,0
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> /L	N.I.
Nitratos	mgN/L	0,34
Nitritos	mgN/L	0,004
Amônia	mgN/L	1,1
Sódio	mgNa/L	59,3
Potássio	mgK/L	14,2
Condutividade	µS/cm	510
Sólidos Totais Dissolvidos	mgSTD/L	255
Clorofila "a"	µg/L	0,06
Fósforo Total	mgP/L	0,13
Coliformes Fecais	NMP	1300

NOTA: N.I. - Valor não informado.

**b) Turbidez**

Causada pela presença de materiais em suspensão na água, tais como partículas de solo e/ou lodo, descarga de esgoto doméstico ou industrial, ou pela presença de um grande número de microorganismos.

A desinfecção da água, principalmente a inativação de vírus, é tanto mais eficaz quanto menor é a turbidez. Por isso, a Portaria Nº 1469/2000-MS estabelece que a turbidez da água pós-filtração rápida ou pré-desinfecção deve ser menor que 1,0 uT.

**c) pH**

Embora o padrão de potabilidade estabeleça a faixa de valores de 6,0 a 9,5 para a água no sistema de distribuição, do ponto de vista da saúde pública este parâmetro (pH), por si só, não significa muito. Porém, recomenda-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0.

Nota-se que a água do açude Rivaldo de Carvalho é básica, já que o seu pH apresentou valor de 8,4.

**d) Sabor e Odor**

As características de sabor e odor são consideradas em conjunto, pois geralmente a sensação de sabor origina-se do odor.

Essas sensações são causadas por impurezas dissolvidas, freqüentemente de natureza orgânica, como fenóis e clorofenóis, resíduos domésticos e/ou industriais, gases dissolvidos (gás sulfídrico e/ou outros), algas e etc.

Sólidos totais, em concentrações elevadas, também produzem gosto sem odor.

Quando existem problemas com sabor e odor na água, a aeração pode ser eficaz em alguns casos. Em outros, pode ser necessária a utilização de carvão ativado para a adsorção dos compostos causadores de odor.

**e) Alcalinidade**

A alcalinidade é devida à presença de bicarbonatos, carbonatos ou hidróxidos. Com maior freqüência, a alcalinidade das águas é devida a bicarbonatos, produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre as rochas calcárias.

A alcalinidade não tem significado sanitário, a menos que seja devida a hidróxidos ou que contribua demasiado na quantidade de sólidos totais.



A água do açude Rivaldo de Carvalho, como a maioria das águas dos rios e açudes do Ceará, é alcalina.

#### **f) Dureza**

É uma característica conferida à água pela presença de alguns íons metálicos principalmente os de cálcio e magnésio. A dureza é reconhecida pela sua propriedade de reduzir a formação de espuma, implicando um maior consumo de sabão.

Do ponto de vista da saúde pública, não há objeções ao consumo de águas duras. Pelo contrário, alguns pesquisadores têm encontrado uma correlação entre águas moles e certas doenças cardíacas, tendo sido verificado que há um maior número de pessoas com problemas cardiovasculares em áreas de águas moles do que em áreas de águas duras.

A água do açude Rivaldo de Carvalho pode ser classificada como de dureza moderada (dureza entre 50 a 150 mg/L em  $\text{CaCO}_3$ ).

A Portaria N.º 1469/2000 do Ministério da Saúde determina que o valor máximo permissível para a dureza total seja de 500 mg/L em  $\text{CaCO}_3$ .

#### **g) Cloretos, Sulfatos e Sólidos Totais**

O conjunto de sais normalmente dissolvidos na água, formado pelos bicarbonatos, cloretos, sulfatos e em menor concentração outros sais, pode conferir à água sabor salino e uma propriedade laxativa.

O teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas naturais.

O limite máximo desejável em águas para consumo humano não deve ultrapassar 250 mg/L. É importante salientar que concentrações de cloretos, mesmo superiores a 1.000 mg/L, não são prejudiciais ao homem, a menos que ele sofra de moléstia cardíaca ou renal. A restrição de sua concentração máxima está ligada, principalmente, ao gosto que o sal confere a água, mesmo em teores da ordem de 100 mg/L. Certas águas, entretanto, com concentrações da ordem de 700 mg/L não acusam gosto devido aos cloretos.

O sulfato quando presente na água, dependendo da concentração, tem propriedades laxativas mais acentuadas que outros sais. Quando estiver associado a íons de cálcio e magnésio, promove dureza permanente e pode ser um indicador de poluição de uma das fases da decomposição da matéria orgânica, no ciclo do enxofre. A concentração máxima permitida é de 250 mg/L de sulfato.

É importante ressaltar que quantidades excessivas de substâncias dissolvidas nas águas de um manancial, podem torná-las inadequadas ao consumo humano. Recomenda-se que o teor de

sólidos totais dissolvidos seja menor que 500 mg/L, com um limite máximo aceitável de 1.000 mg/L.

Observa-se, portanto, que a água do açude Rivaldo de Carvalho é salobra já que na maior parte do tempo o nível de STD varia de 500 a 1.000 mg/L.

#### **h) Ferro e Manganês**

O ferro, muitas vezes associado ao manganês, confere à água um sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva.

Certos sais férricos e ferrosos, como os cloretos, são bastante solúveis na água.

É adotado pela Portaria N.º 1469/2000 um VMP de 0,3 mg/L para o ferro total. Essa limitação é feita por razões estéticas, pois águas contendo sais de ferro causam nódoas em roupas e objetos de porcelana. Em concentrações superiores a 0,5 mg/L causa gosto nas águas.

O manganês é semelhante ao ferro, porém menos comum, e a sua coloração característica é a marrom. O VMP é 0,1 mg/L.

A água do açude Rivaldo de Carvalho possui baixa concentração de ferro.

#### **i) Impurezas orgânicas e nitratos**

A quantidade de nitrogênio na água pode indicar uma poluição recente ou remota. Isso significa dizer que águas com predominância de nitrogênio orgânico e amoniacal são poluídas por uma descarga de esgotos próxima. Águas com concentração de nitratos predominantes indicam uma poluição remota, já que os nitratos são o produto final de oxidação do nitrogênio.

Independentemente da sua origem, que também pode ser mineral, os nitratos (em concentrações acima de 50 mg/L em termos de  $\text{NO}_3$ ), provocam em crianças a cianose ou methemoglobinemia, condição mórbida associada à descoloração da pele, em consequência de alterações no sangue.

O VMP pela Portaria N.º 1469/2000 do Ministério da Saúde é de 10 mg/L para a concentração de nitratos, 1 mg/L para a concentração de nitritos e 1,5 para a concentração de amônia.

#### **j) Fósforo**

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fóstoro orgânico. Este elemento não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento humano, porém é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização).

### k) Algas e Eutrofização

As algas são uma designação abrangente de plantas simples, a maior parte microscópicas, que incluem tanto as plantas de movimentação livre, o fitoplâncton e as algas bênticas aderidas.

A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do manancial.

O florescimento algal decorrente do aumento de nutrientes no corpo d'água pode ter os seguintes efeitos diretos na qualidade da água:

- aumento da matéria orgânica particulada;
- aumento de substâncias orgânicas dissolvidas que podem conferir sabor e odor à água, ser precursores da formação de compostos organo-clorados, incrementar a cor da água, servir de substrato para o crescimento de bactérias na E.T.A. e no sistema de distribuição, e contribuir para aumentar a corrosão;
- aumento do pH e de suas flutuações diárias;
- diminuição do teor de oxigênio próximo ao sedimento, podendo haver liberação de sulfeto de hidrogênio, amônia, ferro, manganês, fósforo e etc.

Essas alterações de qualidade da água podem apresentar efeitos diretos ou indiretos na operação da ETA., dos sistemas de reservação e distribuição, e nos custos com produtos químicos, tais como:

- os efeitos na coagulação incluem aumento de coagulante e de alcalinizante para ajuste do pH de coagulação;
- os flocos formados resultam leves, tendo-se que empregar polímero como auxiliar de floculação para evitar a flotação dos mesmos;
- diminuição da eficiência da remoção de flocos na decantação, com aumento da turbidez e do número de partículas na água decantada;
- obstrução do meio filtrante, reduzindo a carreira de filtração e aumentando o consumo de água para lavagem;
- aumento do consumo de cloro devido à presença de matéria orgânica e amônia, diminuição da eficiência da desinfecção e potencialidade de formação de compostos organo-clorados, prejudiciais ao ser humano.

De acordo com DI BERNARDO (Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento. Rio de Janeiro, ABES, 1995), nas águas de lagos e, principalmente, em regiões de clima tropical, os estados tróficos podem ser agrupados em três categorias, em função

da concentração de clorofila "a" (pigmento que todas as algas fotoautotróficas possuem, que geralmente representa de 0,5 a 2% do peso seco algal), conforme apresentado no quadro VI.5 a seguir:

**QUADRO VI.5 - ESTADOS TRÓFICOS DE LAGOS EM FUNÇÃO DA  
CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA "A"**

ESTADO TRÓFICO	CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA "a" ( $\mu\text{g/L}$ )
Oligotrófico	0 a 4
Mesotrófico	4 a 10
Eutrófico	> 10

Verifica-se, portanto, que a água do açude Rivaldo de Carvalho enquadra-se no nível de trofia denominado oligotrófico (lago claro com baixa produtividade de plantas aquáticas). Observa-se, contudo, que o nitrogênio e o fósforo são os nutrientes essenciais para o florescimento algal. Em regiões de clima tropical, com 0,5 mg/L de  $N_{\text{total}}$  e 0,05 mg/L de  $P_{\text{total}}$ , pode ocorrer a eutrofização.

Sabe-se, também, que a concentração de trihalometanos – THM aumenta com o acréscimo do teor de clorofila "a", como observado por Hoehn e colaboradores (Di Bernardo – Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento. Rio de Janeiro, ABES, 1995), os quais mostraram a importância da biomassa algal e dos produtos metabólicos como precursores da formação de THM.

### **I) Coliformes**

Os coliformes são bactérias que normalmente habitam os intestinos dos animais superiores. A sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por esgotos domésticos. Contudo, nem toda água que contenha coliformes é contaminada e, como tal, podem veicular doenças de transmissão hídrica (febre tifóide, cólera, diarreia, disenteria, hepatite infecciosa, giardiose e etc.).

O indicador de coliformes é expresso pelo número mais provável (NMP). Este representa a quantidade mais provável de coliformes existentes em 100 ml de água da amostra.

A água do açude Rivaldo de Carvalho apresentou um índice de coliformes fecais acentuado (NMP de 1300), indicando a necessidade de uma desinfecção eficiente, caso seja destinada ao consumo humano.

**m) Enquadramento do Corpo D'água**

De acordo com a Resolução CONAMA N.º 20 de 18/06/1986 pode-se enquadrar a água do açude Rivaldo de Carvalho como sendo de CLASSE 3, ou seja, só poderá ser destinada ao consumo humano após tratamento convencional. Segundo a classificação proposta pela ABNT – NBR 12216 a água deste açude é do TIPO D – Águas superficiais proveniente de bacias não protegidas, e que exigem um tratamento mínimo que envolva coagulação, seguida ou não de decantação, filtração em filtros rápidos, desinfecção e correção do pH para atender ao padrão de potabilidade estabelecido pelo Ministério da Saúde (Portaria N.º 1469 de 29/12/2000).

**VI.3.3 - Tecnologia do Tratamento Proposto - Filtração Direta Ascendente**

*VI.3.3.1 - Histórico*

A filtração direta ascendente originou-se na Escócia no século XIX, e foi amplamente utilizada na União Soviética entre as décadas de quarenta e setenta. Foi introduzida no Brasil no final da década de sessenta pelo Eng.º Bernardo Grimplisht, da extinta Fundação SESP (Serviços Especiais de Saúde Pública), tendo, posteriormente, recebido atenção especial do Prof. José M. de Azevedo Netto. Entretanto, somente na ESSC-USP (Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo), a partir da década de setenta, é que essa tecnologia passou a ser devidamente pesquisada, tendo sido aprimorada e adotada em diferentes regiões do Brasil.

*VI.3.3.2 - Conceção Geral da ETA*

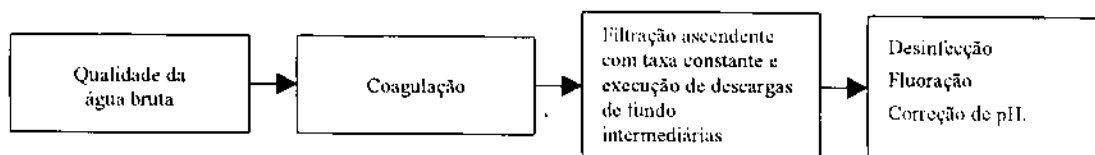
De acordo com os indicadores de qualidade da água bruta apresentados no quadro VI.4, o processo de tratamento mais adequado para esta sistema de abastecimento d'água é a tecnologia da filtração direta ascendente , seguido de desinfecção, fluoração e correção de pH.

Como a água bruta apresentou-se bastante colorida, recomendamos que seja adotada filtração com taxa constante, com execução de descargas de fundo intermediárias.

Havíamos projetado a nova ETA, aproveitando-se de partes das unidades existentes, tais como filtros e casa de química, porém a FISCALIZAÇÃO da SRH/SOHIDRA determinou o não reaproveitamento de tais unidades.

Segue na figura VI.3 o fluxograma da nova ETA de Catarina.

**FIGURA VI.3 - FLUXOGRAMA DA NOVA ETA**



### VI.3.3.3 - Dimensionamento

#### a) Sistema de Filtração

##### a.1) Vazões de projeto

QUADRO VI.6 - VAZÕES DE PROJETO

Fase do Projeto	Alcance (Ano)	Vazões de Projeto		
		(l/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /h)
1ª etapa	2010	14,740	0,015	53,064
2ª etapa	2020	18,150	0,018	65,340
3ª etapa	2030	22,340	0,022	80,424

##### a.2) Tempo de funcionamento máximo diário da ETA

Adotou-se  $t = 20$  horas/dia

##### a.3) Taxa de filtração máxima

De acordo com o Item 5.12.5 da NBR 12.216 (ABNT), a taxa de filtração a ser adotada deve ser determinada por meio de filtro piloto operado com a água a ser filtrada, com camada filtrante igual a dos filtros a serem construídos. Não sendo possível proceder este ensaio a taxa máxima deve ser de 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia em caso de filtros de fluxo ascendente. É importante salientar que DI BERNARDO (1995) sugere taxas máximas de até 240 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia adotando-se essa tecnologia de tratamento.

Para efeito de dimensionamento adotou-se a taxa recomendada pela ABNT ( $T = 120$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia).

##### a.4) Determinação do número de filtros

Para a determinação do número de filtros considerou-se a fórmula empírica de MORRIL & WALLACE:

$$N = 1,4 \times \sqrt{C}$$

Onde:

N = número de unidades filtrantes;

C = Capacidade de produção da ETA (em milhões de litros por dia).

Segue no quadro VI.7 o número de unidades filtrantes necessárias para cada etapa, considerando-se esta metodologia.

**QUADRO VI.7 - Número de Unidades Filtrantes Segundo a Metodologia de MORRIL & WALLACE**

ETAPA	ALCANCE (ano)	Q (m <sup>3</sup> /dia)	C (10 <sup>6</sup> x l/dia)	N
1ª etapa	2010	1.061,28	1,06	1,44
2ª etapa	2020	1.306,80	1,31	1,60
3ª etapa	2030	1.608,48	1,61	1,78

Adotou-se quatro filtros, ou seja, N = 4.

a.5) *Diâmetro do filtro adotado*

Adotou-se filtros com diâmetro de 2,0 m.

a.6) *Área de filtração total efetiva (A<sub>f</sub>)*

$$A_f = N \times a_f$$

Onde:

A<sub>f</sub> = área de filtração total efetiva (m<sup>2</sup>);

N = número de filtros;

a<sub>f</sub> = área de filtração efetiva de cada unidade (m<sup>2</sup>)

Então:

$$A_f = 4 \times \frac{\pi \times 2^2}{4} = 12,566 \text{ m}^2$$

a.7) *Taxa de filtração efetiva*

Considerando-se 4 filtros com diâmetro de 2,0 m teremos as seguintes taxas de filtração efetiva:

QUADRO VI.8 - TAXA DE FILTRAÇÃO EFETIVA

Fase	Alcance (ano)	Q (m <sup>3</sup> /dia)	a <sub>f</sub> (m <sup>2</sup> )	T <sub>f</sub> (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> xdia)
1ª etapa	2010	1.061,28	12,566	84,454
2ª etapa	2020	1.306,80	12,566	103,992
3ª etapa	2030	1.608,48	12,566	127,999

a.8) Camada filtrante

Os filtros de fluxo ascendente terão camada filtrante simples.

De acordo com o Item 5.12.2.1 da NBR 12.216, a camada filtrante simples deve ser constituída de areia, com espessura e características granulométricas determinadas com base em ensaios em filtro piloto. Na falta deste ensaio, pode-se utilizar a camada filtrante com espessura mínima de 2,0 m, tamanho efetivo de 0,7mm a 0,8mm e coeficiente de uniformidade inferior ou igual a 2.

a.9) Camada suporte

De acordo com o item 5.12.3 da NBR 12-216, a camada suporte deve ser constituída de seixos rolados com as seguintes características:

- espessura mínima igual ou superior a duas vezes a distância entre os bocais do fundo do filtro, porém não inferior a 40 cm;
- material distribuído em estratos com granulometria decrescente no sentido ascendente, espessura de cada estrato igual ou superior a duas vezes e meia a dimensão característica dos seixos maiores que o constituem, porém não inferior a 7,5 cm;
- cada estrato deve ser formado por seixos de tamanho máximo superior ou igual ao dobro do tamanho dos menores;
- os seixos maiores de um estrato devem ser iguais ou inferiores aos menores do estrato situado imediatamente abaixo;
- o estrato situado diretamente sobre os bocais deve ser constituído de material cujos seixos menores tenham o tamanho pelo menos igual ao dobro dos orifícios dos bocais e dimensão mínima de 1 cm;
- o estrato em contato direto com a camada filtrante deve ter material de tamanho mínimo igual ou inferior ao tamanho máximo do material da camada filtrante adjacente.

*com. 10*



a.10) *Altura da caixa do filtro*

Projetou-se um filtro com altura de caixa de 3,50 m conforme esquema apresentado na figura VI.4.

**b) Sistema de lavagem dos filtros**

b.1) *Introdução*

Para efeito de dimensionamento adotou-se a velocidade mínima de lavagem de 0,80 m/min e o tempo de lavagem mínimo de 15 min. conforme item 5.12.9.1 da NBR 12.216.

b.2) *Vazão de lavagem de uma unidade*

$$Q_L = a_f \times V$$

$$Q_L = \frac{\pi \times 2^2}{4} \times 0,80 = 2,513 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_L \cong 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$$

b.3) *Volume necessário para lavar uma unidade*

$$V = Q_L \times T$$

$$V = 2,513 \times 15 = 37,699 \text{ m}^3$$

$$V \cong 38 \text{ m}^3$$

b.4) *Volume mínimo do reservatório de lavagem dos filtros*

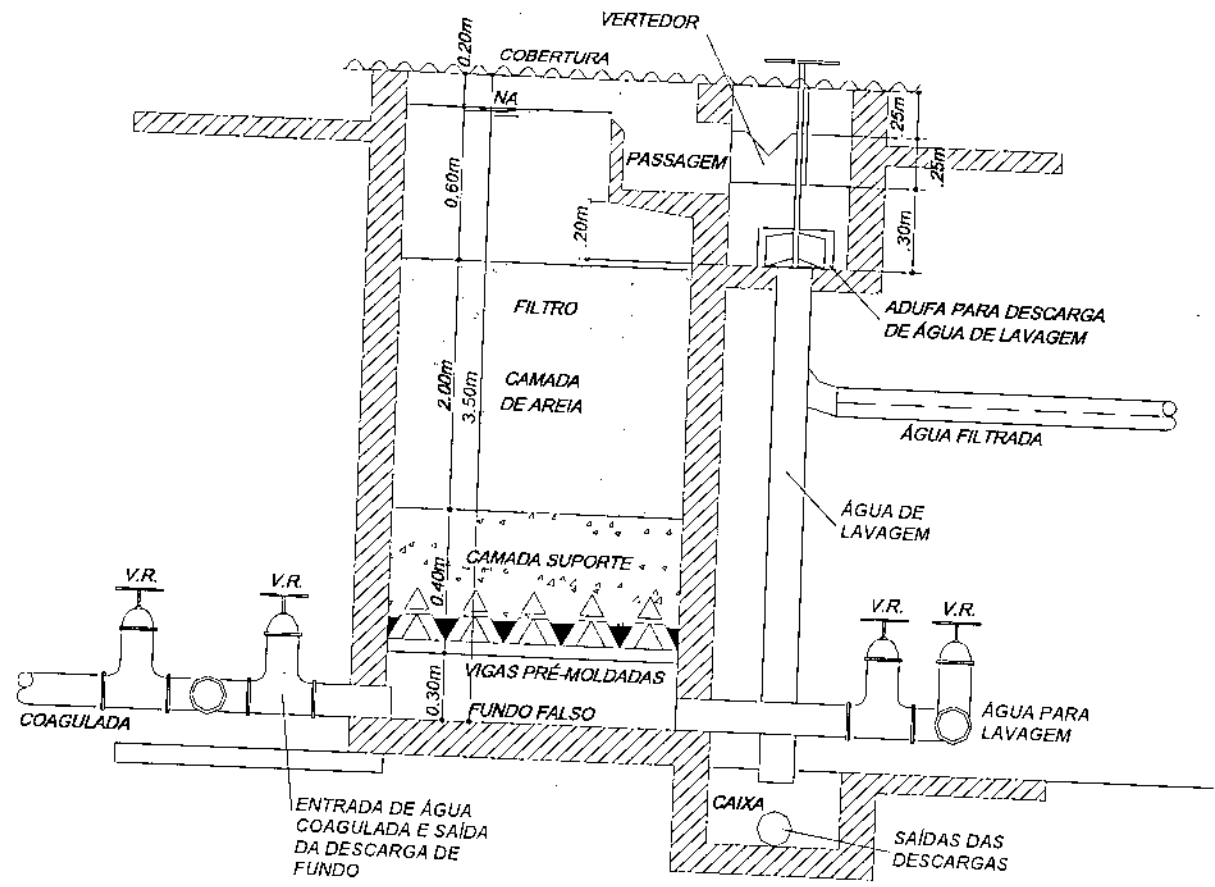
De acordo com o item 5.12.9 da NBR 12.216, a água de lavagem deve ficar em reservatório com capacidade mínima para lavagem de dois filtros, exceto para sistema que utilize efluente de outras unidades.

Isto implica dizer que:

$$V_R (\text{min}) = 2 \times 38 = 76 \text{ m}^3$$

Considerando um volume de 24 m<sup>3</sup> para outros usos na ETA projetou-se um reservatório elevado de 100 m<sup>3</sup> para lavagem dos filtros.

FIGURA VI.4



*b.5) Recalque da água de lavagem*

- Vazão de recalque ( $Q_R$ )

Adotou-se uma vazão de recalque de  $100\text{m}^3/\text{h}$ , conforme especificações da NBR 12.216 (Item 5.12.10.2).

- Diâmetro da tubulação de recalque

$$D = 1,20 \times \sqrt{Q}$$

$$D = 1,20 \times \sqrt{0,028}$$

$$D = 0,200 \text{ m}$$

Adotou-se uma tubulação de ferro dúctil DN = 200 mm e L= 30 m.

- Perda de carga total ( $h_f$ )

$$h_f = J + h_p + F$$

$$h_f = 0,13 + \frac{50 \times 0,88^2}{2 \times 9,81} + 1,00$$

$$h_f = 0,13 + 1,97 + 1,00$$

$$h_f = 3,10 \text{ m}$$

- Altura manométrica total

$$H = h_f + G$$

Adotando-se um desnível geométrico (G) entre o reservatório apoiado e o reservatório elevado de 12,00 m (carga suficiente para suprir as perdas de carga e expandir o leito filtrante em aproximadamente 30%), tem-se uma altura manométrica total de 15,10 m.

Adotou-se a bomba KSB MEGABLOC 80-200 (com rotor de 189 mm) de 4 pólos.

- Potência do motor

$$P = \frac{100 \times 15}{270 \times 0,79} \times 1,20$$

$$P = 8,44 \text{ c.v.}$$

Adotou-se um motor de 10 c.v.

*b.6) Tubulação de lavagem*

De acordo com as recomendações de Azevedo Netto (1991) a água para lavagem dos filtros deve ter uma velocidade máxima de 3,60 m/s. Isto significa dizer que o diâmetro deve ser de:

$$D = \left( \frac{4 \times 0,042}{\pi \times 3,60} \right)^{0,50}$$

$$D = 0,122 \text{ m}$$

Adotou-se uma tubulação de DN = 150 mm.

*Handwritten note:* velocidade máxima 3,60 m/s

*b.7) Tubulação afluyente*

Segundo a mesma bibliografia citada anteriormente a vazão afluyente aos filtros deve ter uma velocidade máxima de 0,60 m/s. Isto implica dizer que:

$$D = \left( \frac{4 \times 0,022}{\pi \times 0,60} \right)^{0,50}$$

$$D = 0,216 \text{ m}$$

Adotou-se uma tubulação principal com DN = 200 mm.

O diâmetro das tubulações de entrada nos filtros será de:

$$D = \left( \frac{4 \times 0,022}{\pi \times 0,60 \times 4} \right)^{0,50}$$

$$D = 0,108 \text{ m}$$

Adotou-se tubos de DN = 100 mm.

*b.8) Tubulação efluente*

A velocidade máxima recomendada para a vazão efluente é de 1,25 m/s. Então o diâmetro será de:

$$D = \left( \frac{4 \times 0,022}{\pi \times 1,25} \right)^{0,50}$$

$$D = 0,150 \text{ m}$$

Adotou-se para a tubulação de ligação dos filtros ao reservatório apoiado um diâmetro de 150 mm.

Para a tubulação de saída dos filtros tem-se:

$$D = \left( \frac{4 \times 0,022}{\pi \times 1,25 \times 4} \right)^{0,50}$$

$$D = 0,075 \text{ m}$$

Adotou-se uma tubulação com DN = 75 mm.

#### *b.9) Tubulação de descarga de água de lavagem*

A velocidade máxima recomendada é de 1,80 m/s.

Então teremos:

$$D = \left( \frac{4 \times 0,042}{\pi \times 1,80} \right)^{0,50}$$

$$D = 0,172 \text{ m}$$

Adotou-se uma tubulação com DN = 200 mm.

### *VI.3.3.4 - Casa de Química*

#### **a) Introdução**

O processo de tratamento proposto inclui a coagulação química, desinfecção, fluoração e correção de pH.

Adotou-se como coagulante primário o sulfato de alumínio devido a sua disponibilidade no mercado a custo acessível, e já que é o produto mais utilizado nas estações de tratamento de água brasileiras. Porém, recomenda-se, posteriormente na fase de operação, um estudo de viabilidade técnica e econômica da substituição desse coagulante primário por cloreto férrico, caso a água bruta apresente valores de pH, na maior parte do tempo, acima de 8,0.

Para efeito de cálculo do consumo adotou-se uma dosagem média de 22 mg/L de sulfato de alumínio. É importante salientar que a dosagem ótima deve ser determinada experimentalmente através de ensaio em aparelhos de floculação com reatores estáticos (JAR TEST).

A desinfecção será feita através da utilização de cloro gasoso, adotando-se o método da cloração simples. Este método constitui o processo mais elementar, e de uso mais generalizado de desinfecção pelo cloro. O tempo de contato mínimo será de 30 minutos e a dosagem máxima de 5 mg/L. Após a desinfecção a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L. A Portaria Nº 1.469 de 29/12/2000 do Ministério da Saúde recomenda que a cloração

seja realizada em pH inferior a 8,0 e que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

A fluoração e a correção de pH são comumente empregadas independentemente da tecnologia de tratamento. A fluoração será feita através da aplicação de fluorsilicato de sódio. A concentração ótima de íon flúor para uma temperatura média de 25°C é da ordem de 0,8 mg/L. Como não foi indicada a concentração de flúor na água bruta do açude Rivaldo de Carvalho, adotou-se, para efeito de dimensionamento da casa de química, a concentração máxima de 0,8 mg/L.

A correção do pH faz-se necessária vez que após o tratamento químico as águas ficam agressivas e geralmente mais corrosivas do que as águas naturais. Como o pH da água tratada deve estar entre 6,5 e 9,5 a correção de pH, se necessária, deve ser precedida da determinação do Índice de Saturação (IS) ou Índice de Langelier para que, naquela faixa de pH, ela resulte ligeiramente incrustante, ou seja, IS entre 0 e + 0,5. Esse índice é dado, por definição, pela diferença entre o pH da água e o pH de saturação ( $IS = pH - pH_s$ ). Para elevação do pH será feita uma adição de 15 mg/L de cal, quantidade suficiente para que seja eliminado o gás carbônico, reduzindo a agressividade da água tratada. É importante observar que o ponto de aplicação se dará após a desinfecção. Observa-se que as águas do açude Rivaldo de Carvalho têm alta alcalinidade, portanto não requer a aplicação da cal no auxílio às reações químicas do sulfato de alumínio.

#### b) Consumo de Produtos Químicos

##### ◆ Sulfato de Alumínio

- |  |          |  |
|--|----------|--|
| - Dosagem média .....  | 22 mg/L  |  |
| - Pureza mínima .....  | 90%      |  |
| - Consumo teórico máximo diário  |          |  |
| • 1ª ETAPA .....   | 23,35 kg |  |
| • 2ª ETAPA .....   | 28,75 kg |  |
| • 3ª ETAPA .....   | 35,39 kg |  |
| - Consumo real máximo diário considerando um teor de insolúvel (impurezas) de 10%. |          |  |
| • 1ª ETAPA .....   | 25,94 kg |  |
| • 2ª ETAPA .....   | 31,94 kg |  |
| • 3ª ETAPA .....   | 39,32 kg |  |
| - Tempo de armazenamento mínimo (NBR 12.216) .....                                 | 30 dias  |  |

$$\frac{22 - 1.061,28}{1000} =$$

$$\frac{23,35 - 90\%}{100\%} = 23,55$$

- Nº de sacos de 50 kg estocados (3ª ETAPA)

$$N = \frac{39,32 \times 30}{50} = 23,59$$

Adotou-se um estoque de 24 sacos para dimensionamento do depósito de armazenagem.

- Área do depósito

Considerou-se um empilhamento manual com altura máxima de 1,80m. Isto significa dizer que:

$$A = \frac{24 \times (0,75 \times 0,50 \times 0,12)}{1,80} = 0,60m^2$$

Adotou-se duas pilhas com 12 sacos. Isso implica em uma área total ocupada de  $0,75 m^2$ .

#### ♦ Cal Hidratada

- Dosagem média ..... 15 mg/L
- Teor mínimo de óxido de cálcio ..... 70%
- Consumo teórico máximo diário
  - 1ª ETAPA ..... 15,92 kg
  - 2ª ETAPA ..... 19,60 kg
  - 3ª ETAPA ..... 24,13 kg
- Consumo real máximo diário
  - 1ª ETAPA ..... 22,74 kg
  - 2ª ETAPA ..... 28,00 kg
  - 3ª ETAPA ..... 34,47 kg
- Tempo de armazenamento mínimo (NBR 12.216) ..... 30 dias
- Nº de sacos de 20 kg estocados (3ª ETAPA)

$$N = \frac{34,47 \times 30}{20} = 51,71$$

Adotou-se um estoque mínimo de 52 sacos para dimensionamento do depósito de armazenagem.

- Área do depósito

$$A = \frac{52 \times (0,65 \times 0,40 \times 0,12)}{1,80} = 0,901 m^2$$

Adotou-se 4 pilhas com 13 sacos. Isto implica dizer que a área total ocupada será de 1,04 m<sup>2</sup>.

♦ **Fluorsilicato de Sódio Granulado**

- Dosagem máxima ..... 0,8 mg/L
- Pureza mínima ..... 98,5%
- Riqueza em flúor ..... 60%
- Consumo teórico máximo diário de flúor
  - 1ª ETAPA ..... 0,85 kg
  - 2ª ETAPA ..... 1,05 kg
  - 3ª ETAPA ..... 1,29 kg
- Consumo real máximo diário de fluorsilicato de sódio
  - 1ª ETAPA ..... 1,44 kg
  - 2ª ETAPA ..... 1,78 kg
  - 3ª ETAPA ..... 2,18 kg
- Tempo de armazenamento mínimo ..... 30 dias
- Nº de sacos de 50 kg estocados (3ª ETAPA)

$$N = \frac{2,18 \times 30}{50} = 1,31$$

Adotou-se um estoque mínimo de 2 sacos para dimensionamento do depósito de armazenagem.

- Área do depósito

Será feita a estocagem em uma única pilha, com área real ocupada de 0,38 m<sup>2</sup>.



◆ **Cloro a Gás**

De acordo com a NBR 12.216 da A.B.N.T, o consumo de cloro necessário para desinfecção da água é estimado em 5 mg/L, com o mínimo de 1mg/L.

- Consumo máximo diário de cloro gasoso

- 1ª ETAPA ..... 5,31 kg
- 2ª ETAPA ..... 6,53 kg
- 3ª ETAPA ..... 8,04 kg

$$\frac{5 \times 1061,28}{1000}$$

- Período mínimo de armazenamento ..... 30 dias

- Nº máximo de cilindros de 45 kg estocados (3ª ETAPA)

$$N = \frac{8,04 \times 30}{45} = 5,36$$

Para efeito de dimensionamento do depósito de cloro adotou-se uma área de 9 m², suficiente para armazenar 6 cilindros de 45 kg e os cloradores.

Adotou-se dois cloradores a vácuo, sendo um de reserva, com capacidade para dosar até 18 kg/dia.

◆ **Área de depósito de produtos químicos**

$$A_{MIN} = (A_s + A_c + A_f) \times 1,50$$

$$A_{MIN} = (0,75 + 1,04 + 0,38) \times 1,50$$

$$A_{MIN} = 3,80m^2$$

Projetou-se um depósito de 10 m² conforme pode-se observar-se no desenho da Casa de Química.

c) **Tanques de preparo e armazenamento de solução**

◆ **Solução de sulfato de alumínio**

- Concentração máxima de solução (NBR 12.216) ..... 10%
- Número mínimo de tanques (NBR 12.216) ..... 2 un.

- Volume útil mínimo do tanque de solução

$$V = \frac{39,32 \times 0,95 \times 100}{2 \times 10} = 186,77$$

Adotou-se 2(dois) tanques de 250 litros do tipo KPDS 250 da HEMFIBRA.

- Diâmetro do tanque ..... 0,575 m
- Agitador (1 unidade/tanque) ..... 0,50 c.v.
- Bomba (1 unidade/tanque) ..... 0,50 c.v.
- Vazão de Dosagem (3ª ETAPA) ..... 15,56 l/h

♦ Leite de Cal

- Teor máximo de suspensão (NBR 12.216) ..... 10%
- Número mínimo de tanques (NBR 12.216) ..... 2 un.
- Volume útil mínimo do tanque de solução

$$V = \frac{34,47 \times 1 \times 100}{2 \times 10} = 172,35$$

Adotou-se 2 (dois) tanques de 250 litros do tipo KPDS 250 da HEMFIBRA.

- Diâmetro do tanque ..... 0,575 m
- Agitados (1 unidade/tanque) ..... 0,50 c.v.
- Bomba (1 unidade/tanque) ..... 0,50 c.v.
- Vazão de dosagem (3ª ETAPA) ..... 14,36 l/h

♦ Solução de Flúor

- Concentração de solução ..... 1,5%
- Volume de solução (3ª ETAPA) ..... 90 litros

Adotou-se um tanque de 250 litros do tipo KPDS 250 da HEMFIBRA.

- Diâmetro do tanque ..... 0,575 m
- Agitador (1 unidade/tanque) ..... 0,50 c.v.
- Bomba (1 unidade/tanque) ..... 0,50 c.v.
- Vazão de dosagem (3ª ETAPA) ..... 4,50 l/h

## VI.4 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

### ♦ Introdução

O projeto elétrico da adutora de Catarina contempla as subestações que fornecerão energia elétrica para os motores do flutuante e das estações elevatórias, e também os quadros de comando e proteção dos motores das respectivas estações.

As subestações transformadoras, classe 15 kV, serão do tipo aérea e ao tempo, instalada em poste de concreto armado, padrão COELCE. Estas subestações estarão ligadas ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV através de Linha de Distribuição Rural e que fornecerá aos motores das bombas tensão 380 V trifásica.

Os motores elétricos serão do tipo totalmente fechados, conforme NBR 7094 e 5432, e terão grau de proteção mínimo IP-54 (NBR 6146). Suas carcaças serão devidamente aterradas à malha de aterramento através de cabo de cobre nu. Os motores elétricos serão instalados em flutuante de estrutura metálica, conforme projeto hidráulico, na captação e nas casas de comando nas estações elevatórias 1 e 2 e estação de tratamento.

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida suave (soft-starter), instaladas na casa de comando, margens do açude na captação e nas casa de comando nas estações elevatórias, as chaves servirão também para a proteção de falta de fase, sobrecorrente e anti golpe de ariete. As bombas serão acionadas, conforme o nível dos reservatórios em sua respectiva estação e no reservatório a jusante. As bombas só serão acionadas se forem estabelecidas duas condições: 1) quando o nível d'água do seu respectivo reservatório atingir o nível máximo água, 2) quando o nível de água do reservatório da estação a jusante atingir o nível mínimo. A comunicação de uma estação para a outra será feita através de rádio modens ELPRO de fabricação australiana, que receberão informação do nível de água do reservatório da estação através de chaves bóias e contactores auxiliares ligados as suas entradas e saídas digitais em 24 V DC. Para a comunicação entre estação 1 e 2, será necessário a instalação de um mais rádio modem na caixa de passagem 2 (SP-2), funcionando como transmissor e receptor para a comunicação entre as estações 1 e 2, já que o alcance de apenas um rádio em cada estação não é suficiente para a comunicação entre as duas estações.

Para a correção do fator de potência serão instalados bancos de capacitores de 7,5 kVAR em cada estação e de 5KVAR e 2,5KVAR na ETA, o banco de capacitores não poderá ser instalado junto aos motores devido a presença da soft-starter, que poderá queimar os capacitores. Assim sendo os capacitores serão instalados no quadro do módulo de entrada e barramento antes dos quadros das respectivas bombas. A fim de evitar a ocorrência de baixos fatores de potência capacitivos quando as bombas não estiverem funcionando, principalmente em períodos do dia de baixo consumo de água( na madrugada), será instalado um relé programador de horário que desligará

os capacitores no período de 00:00 as 6:00 hs da manhã, período esse em que COELCE cobra multa por baixo fatores de potência capacitivo.

Serão instalados também relés programadores de horário em cada bomba caso se opte desligar as bombas nos horários de ponta a fim de economizar de energia.

As chaves de comando e proteção dos motores serão instalados em quadros de chapa metálica de aço de espessura mínima de 2,6 mm; em estrutura auto portante, com barra de aterramento em todo quadro ,garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção destes quadros, respeitando-se o que prescrevem as normas ABNT: NBR 5414, NBR 6808 e 6146.

Os quadros de comando deverão ter grau de proteção mínimo IP-44 (NBR 6146).

♦ **Potência a Instalar**

**FLUTUANTE**

A carga prevista será de (02) dois motores elétricos trifásicos, sendo (01) um efetivos e (01) um de reserva. O motor reserva em nenhuma hipótese deverá operar simultaneamente com os (01) um motor efetivo em operação, sendo previsto um intertravamento, entre os dois, porém o operador deverá colocar a chave comutadora do motor reserva sempre na posição 0, toda vez que o motor efetivo estiver em funcionamento.

– **CARACTERÍSTICAS DO MOTOR: 50 cv**

- Potência nominal ..... 50 cv
- Tensão nominal ..... 380 V
- Corrente nominal ..... 70,1 A
- Frequência ..... 60 Hz
- Fator de Potência ..... 0,87
- Rendimento ..... 0,922
- Rotação ..... 3500/3600 RPM

– **ILUMINAÇÃO**

- INTERNA - 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada mais perda no reator de 22,5 W, 2 lâmpada fluorescentes de 20 W cada mais perda no reator de 19,5W, 1 lâmpada incandescente de 60W.
- EXTERNA - 04 lâmpada incandescente de 60W cada; no flutuante: 2 lâmpadas de 60 W e 2 lâmpadas de 100W.

- TOMADA DE FORÇA
  - 4 Tomadas de 600 VA cada
- Potência demandada (Pd)

De acordo com a NT-002/91 da COELCE a potência demandada (Pd) pode ser determinada pela seguinte equação:

$$Pd = \frac{0,77 \times a}{FP} + 0,7 \times b + 0,95 \times c + 0,59 \times d + 1,2 \times e + F + G$$

Onde:

- Pd – demanda total da instalação (KVA);
- a – demanda das potências, em kw, para iluminação e tomadas de uso geral;
- FP – fator de potência;
- b – demanda de todos os aparelhos de aquecimento (KVA);
- c – demanda de todos os aparelhos de ar condicionado (kw);
- d – potência nominal, em kw, das bombas d'água do sistema de serviço da instalação;
- e – demanda de todos os elevadores (kw);
- G – outras cargas não relacionadas em KVA;
- F -  $\sum (0,87 \times P_n \times F_u) \times F_s$

Onde:

- P<sub>n</sub> – potência nominal dos motores (c.v.);
- F<sub>u</sub> – fator de utilização;
- F<sub>s</sub> – fator de simultaneidade.

Então teremos:

$$Pd = \frac{0,77 \times 3,185}{0,92} + (0,87 \times 50 \times 0,87)$$

$$Pd = 40,51 \text{ kVA}$$

Apesar da potência demandada ser menor que 50 kVA, será uma carga representativa, para a localidade de São Gonçalo em Catarina, onde está localizado o flutuante, que possui apenas um transformador para alimentar toda a comunidade, portanto não seria interessante ligar uma carga dessa magnitude ao mesmo sistema de baixa tensão que alimenta todos os moradores da localidade, o qual poderia ocasionar problemas de qualidade de energia aos respectivos moradores. Além disso para a 2. Etapa do projeto (daqui a 10 anos), está sendo previsto a

- CONDUTORES

- Pela ampacidade: corrente nominal do motor: 70,1 A
- SFASE: 3 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)
- Pela queda de tensão: admitindo-se uma distância de, aproximadamente, 100 metros do motor de 50 CV no flutuante, até seu quadro de comando a ser instalado na casa de comando e um percentual de 4% de queda de tensão admissível do quadro aos terminais do motor e fator de potência 0,92; determina-se a seguintes seção de condutor:

$$S_c = \frac{173 \times \left(\frac{1}{56}\right) \times 70,1 \times 100 \times 0,92}{4 \times 380} = 13,27 \text{ mm}^2$$

A bitola a prevalecer será a de maior seção, então o condutor para o motor de 50 CV será:

- SFASE: 3 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC).
  - SPRTEÇÃO: 1 x 16 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)
- CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA PARA OS MOTORES

- Potência do motor (PM) = 50 cv = 36,8 kW
- FP do motor (cos φ1) = 0,87
- FP requerido pela COELCE (cos φ2) = 0,93
- PC = PM x (tg φ1 - tg φ2)
- PC = 36,8 x (0,57 – 0,39)
- PC = 6,63 kVAr

Será previsto a instalação de banco de capacitores trifásico 380 V de 7,5 kVAR para correção do fator de potência da instalação no quadro do módulo de entrada e barramento junto com fusível diazed de 20 A para proteção, contactor 3P de 22 A, cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> e relé programador de horário.

**ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 1 - EB-1**

A carga prevista será de (02) dois motores elétricos trifásicos, sendo (01) um efetivos e (01) um de reserva. O motor reserva em nenhuma hipótese deverá operar simultaneamente com os (01) um motor efetivo em operação, sendo previsto um intertravamento, entre os dois, porém o operador deverá colocar a chave comutadora do motor reserva sempre na posição 0, toda vez que o motor efetivo estiver em funcionamento.

substituição do conjunto moto-bomba de 50 CV para outro de 60cv, que elevaria a potência demandada da subestação para 48 kVA. Portanto será instalada uma subestação – tipo poste – de 75 kVA – 13800/380/220V, padrão COELCE conforme NT 002/91.

- CONDUTORES SECUNDÁRIOS

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114A$$

SFASE: 3 x 50 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 750 V – PVC)

SNEUTRO: 1 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor neutro – 750 V – PVC)

SPROTEÇÃO: 1 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor proteção – 750 V – PVC)

- PROTEÇÃO PRIMÁRIA

$$I_p = \frac{75}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 \cong 4,5 A$$

Será utilizado chave fusível – 15 KV – 5 KA – 100 A com elo fusível de 5A(5H).

- PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V – 10 KA – 125 A.

- **Motor elétrico**
- DIMENSIONAMENTO DE: Condutores, Proteção e Acionamento
- MOTOR 50 CV – 380 V: Corrente nominal: 70,1 A
- ACIONAMENTO: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 50 cv., acionada por um contactor
- CONTACTORES: K1 e K3, a plena carga com 70,1 A, valor comercial, 75 A
- PROTEÇÃO
  - Curto circuito: disjuntor termo-magnético para partida de motores, 100 A, tripolar e fusíveis ultra-rápidos com base de 200 A para proteção da soft-stater.
  - Sobrecorrente e falta de fase: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 50 CV.

- CARACTERÍSTICAS DO MOTOR: 50 cv

- Potência nominal ..... 50 cv
- Tensão nominal ..... 380 V
- Corrente nominal ..... 70,1 A
- Frequência ..... 60 Hz
- Fator de Potência ..... 0,87
- Rendimento ..... 0,925
- Rotação ..... 3500/3600 RPM

- ILUMINAÇÃO

- INTERNA - 15 lâmpadas incandescentes de 150 W cada.
- EXTERNA - 01 lâmpada vapor de mercúrio de 400 W, reator de baixa perda e alto fator de potência.

- TOMADA DE FORÇA

- 2 Tomadas de 600 VA cada

- Potência demandada (Pd)

De acordo com a NT-002/91 da COELCE a potência demandada (Pd) pode ser determinada pela seguinte equação:

$$Pd = \frac{0,77 \times a}{FP} + 0,7 \times b + 0,95 \times c + 0,59 \times d + 1,2 \times e + F + G$$

Onde:

Pd – demanda total da instalação (kVA);

a – demanda das potências, em kw, para iluminação e tomadas de uso geral;

FP – fator de potência;

b – demanda de todos os aparelhos de aquecimento (KVA);

c – demanda de todos os aparelhos de ar condicionado (kw);

d – potência nominal, em kw, das bombas d'água do sistema de serviço da instalação;

e – demanda de todos os elevadores (kw);

G – outras cargas não relacionadas em KVA;

F -  $\sum (0,87 \times P_n \times F_u) \times F_s$



Onde:

P<sub>n</sub> – potência nominal dos motores (c.v.);

F<sub>u</sub> – fator de utilização;

F<sub>s</sub> – fator de simultaneidade.

Então teremos:

$$Pd = \frac{0,77 \times 3,85}{0,92} + (0,87 \times 50 \times 0,87)$$

$$Pd = 41,07 \text{ kVA}$$

Apesar da potência demandada ser menor que 50 kVA, no trecho onde está localizada a futura estação será implantada uma linha de distribuição trifásica em alta tensão de 13,8 kV. Para 2. Etapa do projeto (daqui a 10 anos), as bombas serão substituídas por outras de 60 CV, a estação passará a demandar um potência de 48,64 KVA.. Portanto será instalada uma subestação – tipo poste – de 75 kVA – 13800/380/220V, padrão COELCE conforme NT 002/91.

Será instalada uma subestação – tipo poste – de 75 kVA – 13800/380/220V, padrão COELCE conforme NT 002/91.

– CONDUTORES SECUNDÁRIOS

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114 \text{ A}$$

SFASE: 3 x 50 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 750 V – PVC)

SNEUTRO: 1 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor neutro – 750 V – PVC)

SPROTEÇÃO: 1 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor proteção – 750 V – PVC)

– PROTEÇÃO PRIMÁRIA

$$I_p = \frac{75}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 \cong 4,5 \text{ A}$$

Será utilizado chave fusível – 15 KV – 5 KA – 100 A com elo fusível de 5A(5H).

– PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114 \text{ A}$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V – 10 kA – 125 A.

- **Motor elétrico**

- DIMENSIONAMENTO DE: Condutores, Proteção e Acionamento
- MOTOR 50 CV – 380 V: Corrente nominal: 70,1 A
- ACIONAMENTO: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 50 CV, acionada por um contactor
- CONTACTORES: K1 e K3, a plena carga com 70,1 A, valor comercial, 75 A
- PROTEÇÃO
  - Curto circuito: disjuntor termo-magnético para partida de motores, 100 A, tripolar e fusíveis ultra-rápidos com base de 200 A para proteção da soft-stater.
  - Sobrecorrente e falta de fase: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 50 cv.
- CONDUTORES
  - Pela ampacidade: corrente nominal do motor: 70,1 A
  - SFASE: 3 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)
  - Pela queda de tensão: admitindo-se uma distância de, aproximadamente, 20 metros do motor de 50 CV do motor, até seu quadro de comando a ser instalado na casa de comando e um percentual de 4% de queda de tensão admissível do quadro aos terminais do motor e fator de potência 0,92; determina-se a seguintes seção de condutor:

$$S_c = \frac{173 \times \left(\frac{1}{56}\right) \times 70,1 \times 20 \times 0,92}{4 \times 380} = 2,5 \text{ mm}^2$$

A bitola a prevalecer será a de maior seção, então o condutor para o motor de 50 CV será:

- SFASE: 3 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC).
- SPRTEÇÃO: 1 x 16 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)
- CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA PARA OS MOTORES
  - Potência do motor (PM) = 50 CV = 36,8 kW
  - FP do motor (cos φ1) = 0,87
  - FP requerido pela COELCE (cos φ2) = 0,93
  - PC = PM x (tg φ1 - tg φ2)

- $PC = 36,8 \times (0,57 - 0,39)$
- $PC = 6,63 \text{ kVAR}$

Será previsto a instalação de banco de capacitores trifásico 380 V de 7,5 kVAR para correção do fator de potência da instalação no quadro do módulo de entrada e barramento junto com fusível diazed de 20 A para proteção, contactor 3P de 22 A, cabo de  $2,5\text{mm}^2$  e relé programador de horário.

### ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 2 - EB-2

A carga prevista será de (02) dois motores elétricos trifásicos, sendo (01) um efetivos e (01) um de reserva. O motor reserva em nenhuma hipótese deverá operar simultaneamente com os (01) um motor efetivo em operação, sendo previsto um intertravamento, entre os dois, porém o operador deverá colocar a chave comutadora do motor reserva sempre na posição 0, toda vez que o motor efetivo estiver em funcionamento.

#### - CARACTERÍSTICAS DO MOTOR: 60 CV

- Potência nominal ..... 60 CV
- Tensão nominal ..... 380 V
- Corrente nominal ..... 82,8 A
- Frequência ..... 60 Hz
- Fator de Potência ..... 0,90
- Rendimento ..... 0,92
- Rotação ..... 3500/3600 RPM

#### - ILUMINAÇÃO

- INTERNA - 15 lâmpadas incandescentes de 150 W cada.
- EXTERNA - 01 lâmpada vapor de mercúrio de 400 W, reator de baixa perda e alto fator de potência.

#### - TOMADA DE FORÇA

- 2 Tomadas de 600 VA cada

- Potência demandada (Pd)

De acordo com a NT-002/91 da COELCE a potência demandada (Pd) pode ser determinada pela seguinte equação:

$$Pd = \frac{0,77 \times a}{FP} + 0,7 \times b + 0,95 \times c + 0,59 \times d + 1,2 \times e + F + G$$

Onde:

Pd – demanda total da instalação (kVA);

a – demanda das potências, em kW, para iluminação e tomadas de uso geral;

FP – fator de potência;

b – demanda de todos os aparelhos de aquecimento (kVA);

c – demanda de todos os aparelhos de ar condicionado (kW);

d – potência nominal, em kW, das bombas d'água do sistema de serviço da instalação;

e – demanda de todos os elevadores (kW);

G – outras cargas não relacionadas em kVA;

F -  $\sum (0,87 \times P_n \times F_u) \times F_s$

Onde:

P<sub>n</sub> – potência nominal dos motores (CV);

F<sub>u</sub> – fator de utilização;

F<sub>s</sub> – fator de simultaneidade.

Então teremos:

$$Pd = \frac{0,77 \times 3,85}{0,92} + (0,87 \times 60 \times 0,87)$$

$$Pd = 48,64 \text{ kVA}$$

Apesar da potência demandada ser menor que 50 kVA, no trecho onde será localizada a estação passará apenas uma linha de distribuição trifásica em alta tensão de 13,8 kV, que será implantada. Para 2. Etapa do projeto (daqui a 10 anos), as bombas serão substituídas por outras de 75 CV, a estação passará a demandar um potência de 60 kVA.. Portanto será instalada uma subestação – tipo poste – de 75 kVA – 13800/380/220V, padrão COELCE conforme NT 002/91. Será necessário a ampliação da rede de distribuição trifásica de alta tensão de 13,8 kV para o local onde está localizada a estação, distância essa da rede mais próxima de 3 km.

- CONDUTORES SECUNDÁRIOS

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114A$$

SFASE: 3 x 50 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 750 V – PVC)

SNEUTRO: 1 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor neutro – 750 V – PVC)

SPROTEÇÃO: 1 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor proteção – 750 V – PVC)

- PROTEÇÃO PRIMÁRIA

$$I_p = \frac{75}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 \cong 4,5 A$$

Será utilizado chave fusível – 15 KV – 5 KA – 100 A com elo fusível de 5A(5H).

- PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V – 10 kA – 125 A.

• **Motor elétrico**

- DIMENSIONAMENTO DE: Condutores, Proteção e Acionamento

- MOTOR –60 CV – 380 V: Corrente nominal: 82,8 A

- ACIONAMENTO: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 60 cv., acionada por um contactor

- CONTACTORES: K1 e K3, a plena carga com 82,8 A, valor comercial, 85 A

- PROTEÇÃO

• Curto circuito: disjuntor termo-magnético para partida de motores, 100 A, tripolar e fusíveis ultra-rápidos com base de 200 A para proteção da soft-stater.

• Sobrecorrente e falta de fase: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 60 CV.

- CONDUTORES

• Pela ampacidade: corrente nominal do motor: 82,8 A

• SFASE: 3 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)

- Pela queda de tensão: admitindo-se uma distância de, aproximadamente, 20 metros do motor de 60 CV do motor, até seu quadro de comando a ser instalado na casa de comando e um percentual de 4% de queda de tensão admissível do quadro aos terminais do motor e fator de potência 0,92; determina-se a seguinte seção de condutor:

$$S_c = \frac{173 \times \left(\frac{1}{56}\right) \times 82,8 \times 20 \times 0,92}{4 \times 380} = 3,03 \text{ mm}^2$$

A bitola a prevalecer será a de maior seção, então o condutor para o motor de 60 cv será:

- SFASE: 3 x 25 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC).
  - SPRTEÇÃO : 1 x 16 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)
- CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA PARA OS MOTORES

- Potência do motor (PM) = 60 cv = 44,16 kW
- FP do motor (cos φ1) = 0,90
- FP requerido pela COELCE (cos φ2) = 0,93
- PC = PM x (tg φ1 - tg φ2)
- PC = 55,2 x (0,48 – 0,39)
- PC = 5,21 kVAR

Será previsto a instalação de banco de capacitores trifásico 380 V de 7,5 kVAR para correção do fator de potência da instalação no quadro do módulo de entrada e barramento junto com fusível diazed de 20 A para proteção, contactor 3P de 22 A, cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> e relé programador de horário.

#### **ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EE-AT**

Será aproveitada toda obra civil da estação de tratamento existente, tendo que apenas acrescentar uma casa de comando onde se localizará um conjunto moto-bombas de 30 CV (elevatória de água tratada), sendo constituída de um motor fixo e outro reserva. A subestação existente possui uma potência de 150 kVA, sendo mais que suficiente para o atendimento das cargas existentes para a nova estação de tratamento projetada. Portanto fazem parte desse estudo apenas os quadros de comando e proteção dos novos conjuntos moto-bombas que serão implantados.

- CARACTERÍSTICAS DO MOTOR: 30 CV
    - Potência nominal ..... 30 CV
    - Tensão nominal ..... 380 V
    - Corrente nominal ..... 43 A
    - Frequência ..... 60 Hz
    - Fator de Potência ..... 0,86
    - Rendimento ..... 0,91
    - Rotação ..... 3500/3600 RPM
  - DIMENSIONAMENTO DE: Condutores, Proteção e Acionamento
  - MOTOR 30 CV – 380 V: Corrente nominal: 43 A
  - ACIONAMENTO: através de chave automática de partida suave (soft-starter), 380 V, para motor de 30 CV., acionada por um contactor
  - CONTACTORES: K1 e K3, a plena carga com 43 A, valor comercial, 45 A
  - PROTEÇÃO
    - Curto circuito: disjuntor termo-magnético para partida de motores, 70 A, tripolar e fusíveis ultra-rápidos com base de 125 A para proteção da soft-stater.
    - Sobrecorrente e falta de fase: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 30 cv.
  - CONDUTORES
    - Pela ampacidade: corrente nominal do motor: 45 A
    - SFASE: 3 x 16 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)
    - Pela queda de tensão: admitindo-se uma distância de, aproximadamente, 20 metros do motor de 30 cv do motor, até seu quadro de comando a ser instalado na casa de comando e um percentual de 4% de queda de tensão admissível do quadro aos terminais do motor e fator de potência 0,92; determina-se a seguintes seção de condutor:
 
$$S_c = \frac{173 \times \left(\frac{1}{56}\right) \times 43 \times 20 \times 0,92}{4 \times 380} = 1,60 \text{ mm}^2$$
- A bitola a prevalecer será a de maior seção, então o condutor para o motor de 30 CV será:
- SFASE: 3 x 16 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC).
  - SPRTEÇÃO : 1 x 16 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 kv – PVC)

– CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA PARA OS MOTORES

- Potência do motor (PM) = 30 CV = 22,08 kW
- FP do motor ( $\cos \phi_1$ ) = 0,86
- FP requerido pela COELCE ( $\cos \phi_2$ ) = 0,93
- $PC = PM \times (\text{tg } \phi_1 - \text{tg } \phi_2)$
- $PC = 22,08 \times (0,59 - 0,39)$
- $PC = 4,45 \text{ KVAR}$

Será previsto a instalação de banco de capacitores trifásico 380 V de 5 KVAR para correção do fator de potência da instalação no quadro do módulo de entrada e barramento junto com fusível diazed de 16 A para proteção, contactor 3P de 12 A, cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> e relé programador de horário.

– CARACTERÍSTICAS DO MOTOR: 30 CV

- Potência nominal ..... 10 CV
- Tensão nominal ..... 380 V
- Corrente nominal ..... 15,4 A
- Freqüência ..... 60 Hz
- Fator de Potência ..... 0,83
- Rendimento ..... 0,91
- Rotação ..... 1700/1800 RPM

– DIMENSIONAMENTO DE: Condutores, Proteção e Acionamento

– MOTOR 10 CV – 380 V: Corrente nominal: 15,4 A

– ACIONAMENTO: através de chave automática de partida suave (soft-starter), 380 V, para motor de 10 CV., acionada por um contactor

– CONTACTORES: K1 e K2, a plena carga com 15,5 A, valor comercial, 16 A

– PROTEÇÃO

- Curto circuito: disjuntor termo-magnético para partida de motores, 30 A, tripolar e fusíveis ultra-rápidos com base de 30 A para proteção da soft-stater.
- Sobrecorrente e falta de fase: através de chave automática de partida suave(soft-starter), 380 V, para motor de 10 cv.



#### - CONDUTORES

- Pela ampacidade: corrente nominal do motor: 16 A
- SFASE: 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC)
- Pela queda de tensão: admitindo-se uma distância de, aproximadamente, 20 metros do motor de 10 cv do motor, até seu quadro de comando a ser instalado na casa de comando e um percentual de 4% de queda de tensão admissível do quadro aos terminais do motor e fator de potência 0,92; determina-se a seguintes seção de condutor:

$$S_c = \frac{173 \times \left(\frac{1}{56}\right) \times 16 \times 20 \times 0,92}{4 \times 380} = 0,71 \text{ mm}^2$$

A bitola a prevalecer será a de maior seção, então o condutor para o motor de 10 CV será:

- SFASE: 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 KV – PVC).
  - SPRTEÇÃO : 1 x 2,5 mm<sup>2</sup> (1 condutor p/ fase – 1 kv – PVC)
- #### - CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA PARA OS MOTORES

- Potência do motor (PM) = 10 CV = 7,36 kW
- FP do motor (cos φ1) = 0,83
- FP requerido pela COELCE (cos φ2) = 0,93
- PC = PM x (tg φ1 - tg φ2)
- PC = 22,08 x (0,7 - 0,39)
- PC = 2,3 KVAR

Será previsto a instalação de banco de capacitores trifásico 380 V de 2,5 KVAR para correção do fator de potência da instalação no quadro do módulo de entrada e barramento junto com fusível diazed de 10 A para proteção, contactor 3P de 9 A, cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> e relé programador de horário.

### VI.5 - ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

#### VI.5.1 - Introdução

O presente relatório consiste na revisão dos estudos dos transientes hidráulicos na Adutora de Catarina, elaborado pela GOA - Gerenciamento e Operação de Água S/C Ltda., para a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, em função da solicitação da SOHIDRA - Superintendência de Obras Hidráulicas, órgão vinculado à SRH-CE e responsável pela execução

do projeto da adutora. A revisão foi feita com base em parecer da SOHIDRA consubstanciado no seguinte parágrafo:

- ***Rever, nos estudos dos transientes hidráulicos, a necessidade de se executar os dispositivos de proteção indicados, levando-se em conta a resistência dos tubos de ferro fundido ao colapso;***

Os estudos haviam sido desenvolvidos com o objetivo de dimensionar os equipamentos de proteção contra o golpe de ariete nas três linhas de recalque que compõem o sistema.

As linhas de recalque que compõem a adutora são:

- Linha de recalque da Estação Elevatória da Captação, compreendendo uma tubulação em ferro fundido classe K-7 no diâmetro de 150 mm, com uma extensão de 1.004,00 m, prevista para passar uma vazão de 24,33 l/s nas 1ª e 2ª etapas do projeto e 28,00 l/s na 3ª e última etapa do projeto;
- Linha de recalque da Estação Elevatória EB-1 ao SP-1, denominado Trecho 2, compreendendo uma tubulação em ferro fundido classe K-7 no diâmetro 150 mm, com uma extensão de 4.796,00 m, previsto para passar uma vazão de 15,56 l/s na 1ª etapa, 18,81 l/s na 2ª etapa e 22,92 l/s na 3ª e última etapa do projeto;
- Linha de recalque da Estação Elevatória EB-2 ao SP-2, denominado Trecho 3, sub-trecho 3.2, compreendendo uma tubulação em ferro fundido classe K-7 no diâmetro 150 mm, com uma extensão de 4.220,00 m, previsto para passar uma vazão de 15,42 l/s na 1ª etapa; 18,61 l/s na 2ª etapa e 25,42 l/s na 3ª e última etapa.

Os estudos do primeiro relatório haviam sido elaborados com base no emprego do software CTRAN - Verificação e Simulação de Transitórios em Conduitos Forçados, versão comercial, o qual foi desenvolvido pelo Centro de Hidráulica Computacional da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelos professores Podalyro Amaral de Sousa, PhD; José Rodolfo Scarati Martins, PhD e Francisco Martins Fadiga Junior, Doutor, com seu desenvolvimento remontando ao início da década passada.

A metodologia empregada nos estudos feitos com base no CTRAN encontram-se detalhadamente descritas no relatório original elaborado em Julho/2001, que encontra-se apresentado no Anexo VII deste Relatório, do qual se transcreve aqui as conclusões e recomendações resultantes daquele estudo.

A diferença básica entre as simulações levadas a cabo no primeiro relatório dos transientes hidráulicos e as simulações do presente estudo de revisão é que no primeiro estudo ***não foram computados os efeitos de proteção oferecidos pelas ventosas que obrigatoriamente deverão ser empregadas na adutora.***

No presente estudo, *além de se dimensionar as ventosas a serem empregadas na adutora*, levou-se em conta seus efeitos benéficos na atenuação do golpe de ariete e a resistência da tubulação de ferro fundido ao vácuo, conforme solicitado no parecer da SOHIDRA.

#### VI.5.1.1 - Soluções Apresentadas no Relatório Original

##### ◆ Para a EB da Captação

As envoltórias resultantes da simulação pelo CTRAN para a EB da captação, para a vazão da 1ª etapa, apresentando o sistema *sem* proteção, mostraram que a sobrepressão máxima seria da ordem de 130,4 mca, ficando muito abaixo do valor limite para a classe de pressão do tubo empregado (FoFo K-7), não sendo portanto, objeto de preocupações quanto à resistência da tubulação à sobrepressões.

Quanto à subpressão, ocorria formação de vácuo entre as estacas 25 a 40, para as quais se recomendava a adoção de medidas para evitar problemas relacionados aos fenômenos de separação de coluna e cavitação dentro da tubulação. Já no relatório original, afirmava-se que a tubulação de ferro fundido resistia bem ao vácuo melhor do que o PVC e o aço, porém seria conveniente estabelecer-se uma proteção adequada contra os efeitos adversos do golpe de ariete.

As figuras das envoltórias de pressões tanto para a 1ª como para a 3ª etapas mostravam subpressões que atingiam o vácuo absoluto com uma piora das condições na mudança da vazão recalçada da 1ª etapa para a 3ª etapa do projeto.

A proteção sugerida para esta linha de recalque consistia no emprego de um volante de inércia com  $J = 0,35 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  ou numa válvula antecipadora de onda do tipo série 700 da BERMAD ou similar que permitiria a eliminação dos efeitos do transiente hidráulico de forma semelhante ao que foi obtido com a introdução de um volante de inércia.

##### ◆ Para a Linha de Recalque entre a EB-1 e o SP-1

As envoltórias para a 1ª etapa e 3ª etapa mostravam a formação de vácuo absoluto com subpressões teóricas de até - 43 mca na 3ª etapa, o que seria fisicamente impossível, porém deveriam ser interpretados como a carga hidráulica positiva mínima que deveria ser disponibilizada por instrumentos de proteção na adutora de forma a não gerar subpressões indesejáveis. Estes valores haviam sido obtidos relaxando-se a condição de separação de coluna no software. A rigor são valores meramente teóricos e servem apenas como balizadores da necessidade de proteção do trecho da adutora.

A solução otimizada de proteção sugerida para o trecho, compreenderia um reservatório *one-way* na estaca 200 e uma chaminé de equilíbrio na estaca 270. O *one-way* teria um diâmetro interno de 3,00 m e uma altura de coluna d'água útil de 16,6 m, ou seja, de altura entre o nível d'água

máximo no reservatório onde se colocaria a válvula de bóia ou registro automático de entrada e a saída da canalização de alimentação da adutora pelo one-way. Um one-way deste tipo teria em média uma altura total da ordem de 18 m. A tubulação de ligação do one-way com a adutora seria de 150 mm.

A chaminé de equilíbrio teria uma altura da ordem de 19 m, consistindo de uma torre piezométrica construída na vertical no diâmetro de 0,5 m, ancorada no solo por meio de cabos de aço de forma a fixá-la na posição vertical sobre a tubulação da adutora. A solução seria adequação para assegurar proteção total da adutora contra os transientes hidráulicos no trecho.

♦ **Para a Linha de Recalque da EB-2**

Neste trecho o comportamento da envoltórias de pressão assumiam comportamento bastante diferenciados entre a 1ª e a 3ª etapas do projeto devido as vazões se modificarem muito passando de 15,42 l/s na 1ª etapa para 25,42 l/s na 3ª etapa, compreendendo um incremento de 65% na vazão.

Para a 1ª etapa do projeto seria suficiente a construção de um one-way na estaca 720, com o mesmo padrão do one-way da estaca 200 do subtrecho anterior (diâmetro de 3,00 m; altura d'água de 16,6 m e diâmetro de ligação de 150 mm Pontos residuais de subpressão como na estaca 600 poderiam ser eliminados pelo emprego de ventosas de tríplice função, o mesmo se recomendava para a estaca 695.

Entretanto afirmava-se que neste trecho específico, a solução adotada para a 1ª etapa não serviria para a 3ª etapa, a qual iria requer a construção de um segundo one-way com as mesmas características do primeiro para a estaca 600, mantendo-se o primeiro one-way na estaca 720. Recomendava-se ainda o emprego de ventosas de tríplice função na estaca 695 tal como anteriormente indicado. A construção desse segundo one-way logo na 1ª etapa do projeto ficaria para ser discutida após um estudo econômico da alternativa. A solução mais simples seria a construção somente do primeiro one-way na estaca 720 deixando para a 2ª ou 3ª etapas a construção do segundo na estaca 600, em substituição às ventosas de tríplice função indicadas na 1ª etapa para esta posição.

#### *VI.5.1.2 - Soluções Buscadas no Relatório de Revisão*

O objetivo da revisão dos estudos dos transientes hidráulicos na adutora de Catarina foi o de eliminar, tanto quanto possível, os dispositivos de proteção indicados no relatório original com vistas a reduzir os custos de investimento na construção da adutora, a partir do relaxamento de uma postura conservadora no dimensionamento da proteção a ser oferecida contra o golpe de aríete na mesma.

Este relaxamento é possível a partir da consideração de fatores favoráveis como a resistência da tubulação contra o golpe de aríete e a atenuação do transiente hidráulico na adutora pelo efeito de ventosas de simples, dupla e triplice função, as quais não haviam sido consideradas na primeira análise.

A consideração destes novos fatores permite uma redução nos investimentos com proteção da adutora, porém aumenta os riscos relativos à redução da vida útil da adutora e equipamentos associados, em função da não eliminação completa dos fenômenos de separação de coluna e cavitação que possivelmente irão ocorrer na tubulação, principalmente, se for levado em conta uma possível manutenção inadequada das ventosas, que passam a ser o principal instrumento de atenuação do golpe de aríete nas linhas de recalque.

Os capítulos subsequentes descrevem a metodologia empregada para dimensionamento do sistema de proteção das três linhas de recalque com base no emprego único de ventosas e as conclusões sobre a nova categoria de proteção a ser adotada para a adutora de Catarina.

## VI.5.2 - Metodologia Empregada para Revisão da Proteção nas Linhas de Recalque

### VI.5.2.1 - Resistência dos Tubos de Ferro Fundido ao Colapso

A pressão diferencial de colapso ao vácuo de uma tubulação qualquer pode ser determinada pela equação:

$$P_{cri} = \frac{2E}{(1-\nu^2)} \left( \frac{e}{D} \right)^3$$

onde:  $P_{cri}$  = pressão crítica de colapso;

$E$  = módulo de elasticidade da tubulação (Young);

$\nu$  = coeficiente de Poisson;

$e$  = espessura da tubulação;

$D$  = diâmetro interno da tubulação.

As unidades são relativas a sistemas coerentes, podendo serem empregadas unidades do SI ou do sistema Inglês.

A URA-Riego, fabricante de ventosas, apresenta a seguinte equação simplificada para emprego em tubulações de ferro fundido:

$$\Delta p = 3,5 \times 10^6 \left( \frac{T}{D} \right)^3$$

onde:  $\Delta p$  = diferencial de pressão em  $\text{kgf/cm}^2$ ;

T = espessura do tubo (m ou mm);

D = diâmetro interno do tubo (m ou mm).

A tubulação a ser empregada nas três linhas de recalque da adutora de Catarina consiste de tubos de ferro fundido padrão Barbará, Classe K-7, conforme projeto. Segundo catálogo do fabricante este tipo de tubo apresenta os seguintes parâmetros:

- diâmetro nominal: DN 150 mm
- diâmetro interno:  $D_i = 159,6$  mm
- espessura só de ferro:  $e = 5,2$  mm
- módulo de Young:  $E = 1,7 \times 10^{11}$  N/m<sup>2</sup>
- coeficiente de Poisson:  $\nu = 0,25$

O emprego da primeira equação conduz a uma pressão de colapso de  $12,54 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup> ou cerca de  $123,79$   $\text{kgf/cm}^2$ , aproximadamente 1278 mca. A segunda equação conduz a uma pressão de colapso de  $121,05$   $\text{kgf/cm}^2$ , atestando resultado praticamente idêntico ao da primeira equação.

Dessa forma, do ponto de vista prático, é possível dizer que a tubulação de ferro fundido é plenamente resistente ao vácuo formado nas condições de projeto, pois não há possibilidade alguma de ser alcançada valores de pressão colapsáveis para a tubulação.

Daí, a questão da subpressão formada que alcançaria o vácuo absoluto em alguns trechos da tubulação não seria suficiente para causar o colapso da tubulação por sucção, muito embora resulte em efeitos de cavitação que iriam paulatinamente erodindo o revestimento da tubulação. Para combater ou mesmo atenuar este efeito se fará necessário a adoção de ventosas de simples, dupla e tripla função como se apresenta no item subsequente.

#### VI.5.2.2 - Dimensionamento das Ventosas para as Linhas de Recalque

As ventosas foram dimensionadas empregando-se software específico do fabricante ValMatic, versão 5.0, que permite o cálculo e seleção das ventosas de acordo com a vazão, tipo de tubulação, diâmetro da linha, perfil topográfico de construção da linha de recalque, e de uma prévia seleção pelo projetista do tipo de ventosa a ser recomendada pelo próprio software.

Os resultados do dimensionamento são apresentados de forma tabular e gráfica de acordo com as opções desejadas pelo projetista, onde são mostradas a seleção da ventosa e seu diâmetro para cada estação ou estaca desejada de acordo com o perfil de assentamento da tubulação; a vazão

de ar em pés cúbicos por segundo (cfs). Também é indicada a máxima declividade a partir da qual seriam alteradas as condições do projeto especificado.

Os quadros a seguir mostram o resumo das especificações das ventosas para cada linha de recalque. Os desenhos em anexo mostram o posicionamento das ventosas ao longo do perfil das três linhas de recalque.

**QUADRO VI.9 – VENTOSAS PARA A LINHA DE RECALQUE DA CAPTAÇÃO – 3ª ETAPA**

Estaca	Distância da EB (m)	Cota (Datum: 0m =394,264m)	Descrição	Ventosa Recomendada/ Tipo de Ventosa	Máxima Declividade	Vazão (ft <sup>3</sup> /s)
00	0	0=394,264	Começo	sem necessidade	0,1352	0,00
5	100	13,5=407,785	Decresc. Aclive	2 pol. Dupla função, anti-golpe	0,1352	0,91
15	300	27=421,355	Acrésc. Aclive	sem necessidade	0,1037	0,00
25	500	47,8=442,089	Decresc. Aclive	2 pol. Dupla função, anti-golpe	0,1037	1,33
35	700	53,3=447,577	Acrésc. Aclive	sem necessidade	0,0315	0,00
40	800	56,4=450,724	Acrésc. Aclive	sem necessidade	0,0884	0,00
50	1004	74,5=458,759	Fim	2 pol. Tríplex função, anti-golpe	0,0884	2,52

**QUADRO VI.10 - VENTOSAS PARA A LINHA DE RECALQUE DA EB-1 AO SP-1**

Estaca	Distância da EB (m)	Cota (Datum: 0m =444,331m)	Descrição	Ventosa Recomendada/ Tipo de Ventosa	Máxima Declividade	Vazão (ft <sup>3</sup> /s)
50	0	24,4=468,759	Começo	Sem necessidade	-0,0425	0,00
60	200	15,9=460,250	Decrésc. decliv	Sem necessidade	-0,0425	0,00
75	500	14,5=458,875	Acrésc. decliv	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	-0,0291	0,87
100	1000	0=444,331	Ponto baixo	Sem necessidade	-0,0291	0,00
122+10	1450	11,1=455,859	Longo aclive	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,0247	1,34
145	1900	22,2=466,594	Acrésc. Aclive	Sem necessidade	0,0703	0,00
170	2400	57,4=501,762	Ponto alto	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,0703	2,25
185	2700	45,6=490,012	Ponto baixo	Sem necessidade	0,0572	0,00
200	3000	62,8=507,162	Ponto alto	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,0572	2,03
220	3400	55,0=499,382	Ponto baixo	Sem necessidade	0,0617	0,00
230	3600	67,3=511,719	Ponto alto	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,0617	2,11
245	3900	65,0=509,344	Ponto baixo	Sem necessidade	0,0465	0,00
270	4400	88,2=532,571	Ponto alto	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,0465	1,83
290	4800	87,5=531,870	Fim	Sem necessidade	-0,0018	0,00

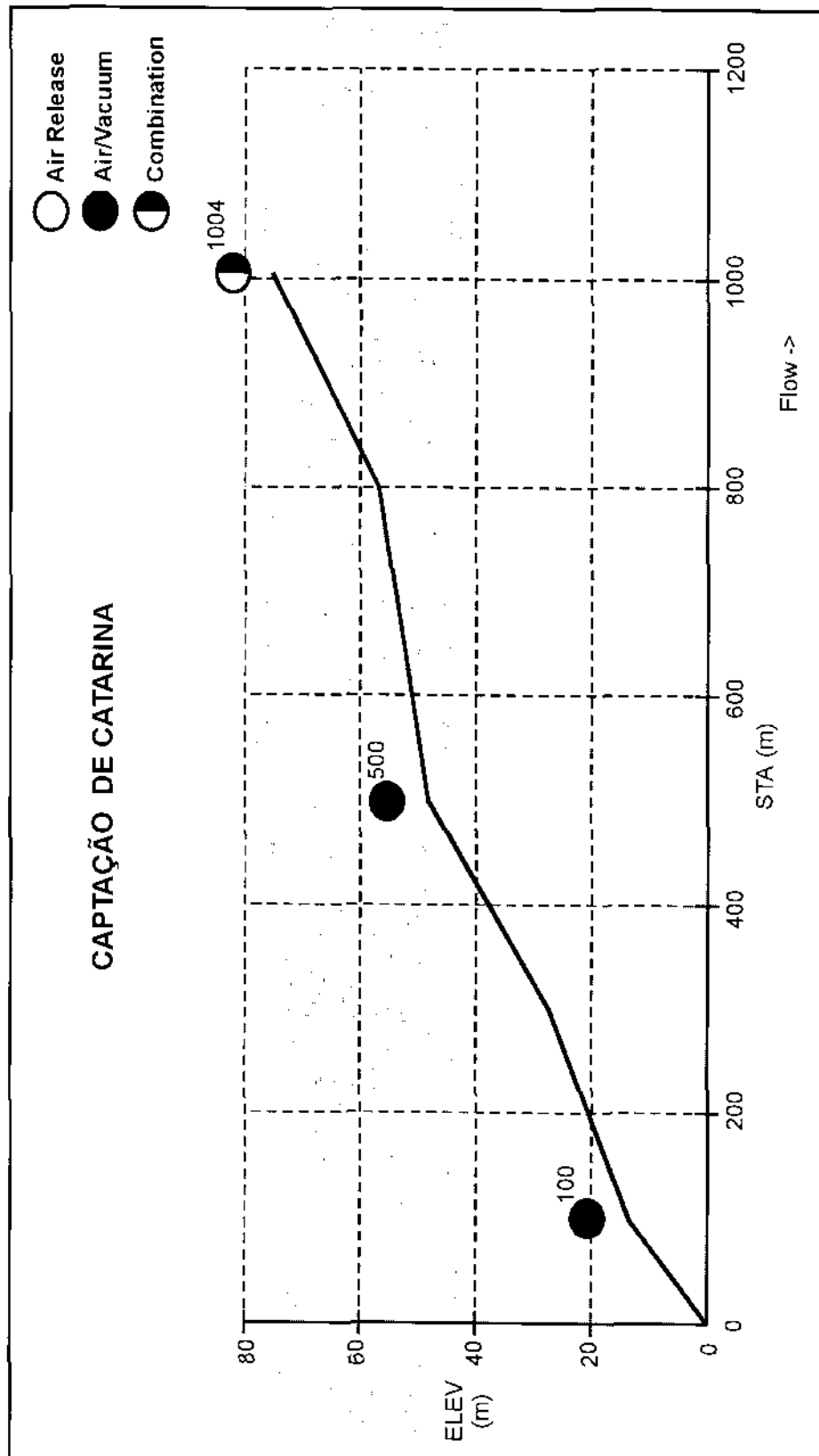
**QUADRO VI.11 - VENTOSAS PARA A LINHA DE RECALQUE DA EB-2**

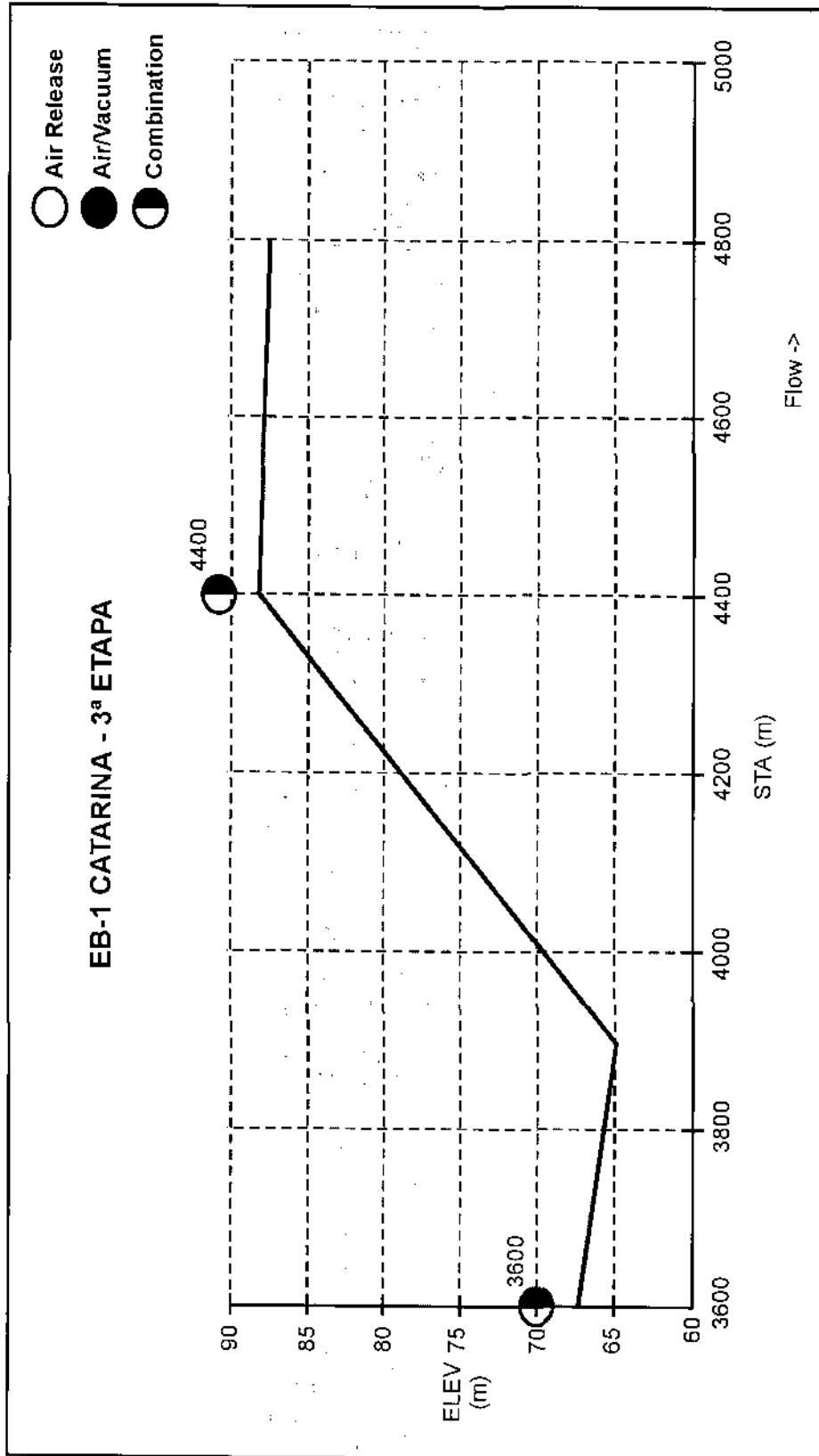
Estaca	Distância da EB (m)	Cota (Datum: 0m =509,872m)	Descrição	Ventosa Recomendada/ Tipo de Ventosa	Máxima Declividade	Vazão (ft <sup>3</sup> /s)
570	0	0,00=509,872	Começo	Sem necessidade	0,0587	0,00
585	300	17,6=527,494	Acrésc. Aclive	Sem necessidade	0,1534	0,00
600	600	63,6=573,507	Ponto alto	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,1534	3,33
620	1000	31,3=541,190	Ponto baixo	Sem necessidade	-0,0808	0,00
635	1300	42,7=552,655	Ponto alto	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	-0,0669	2,20
650	1600	22,7=532,586	Ponto baixo	Sem necessidade	-0,0669	0,00
675	2100	55,4=565,305	Decrésc. Aclive	2 pol. Dupla função, anti-golpe	0,0654	1,46
685	2300	56,8=566,703	Acrésc. Aclive	Sem necessidade	0,1016	0,00
695	2500	77,1=587,030	Decrésc. Aclive	2 pol. Dupla função, anti-golpe	0,1016	1,53
720	3000	86,8=596,670	Ponto alto	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,0193	1,18
750	3600	78,2=588,136	Ponto baixo	Sem necessidade	0,0363	0,00
781	4220	100,7=610,617	Fim	2 pol. Tríplex função, corpo único, anti-golpe	0,0363	1,62

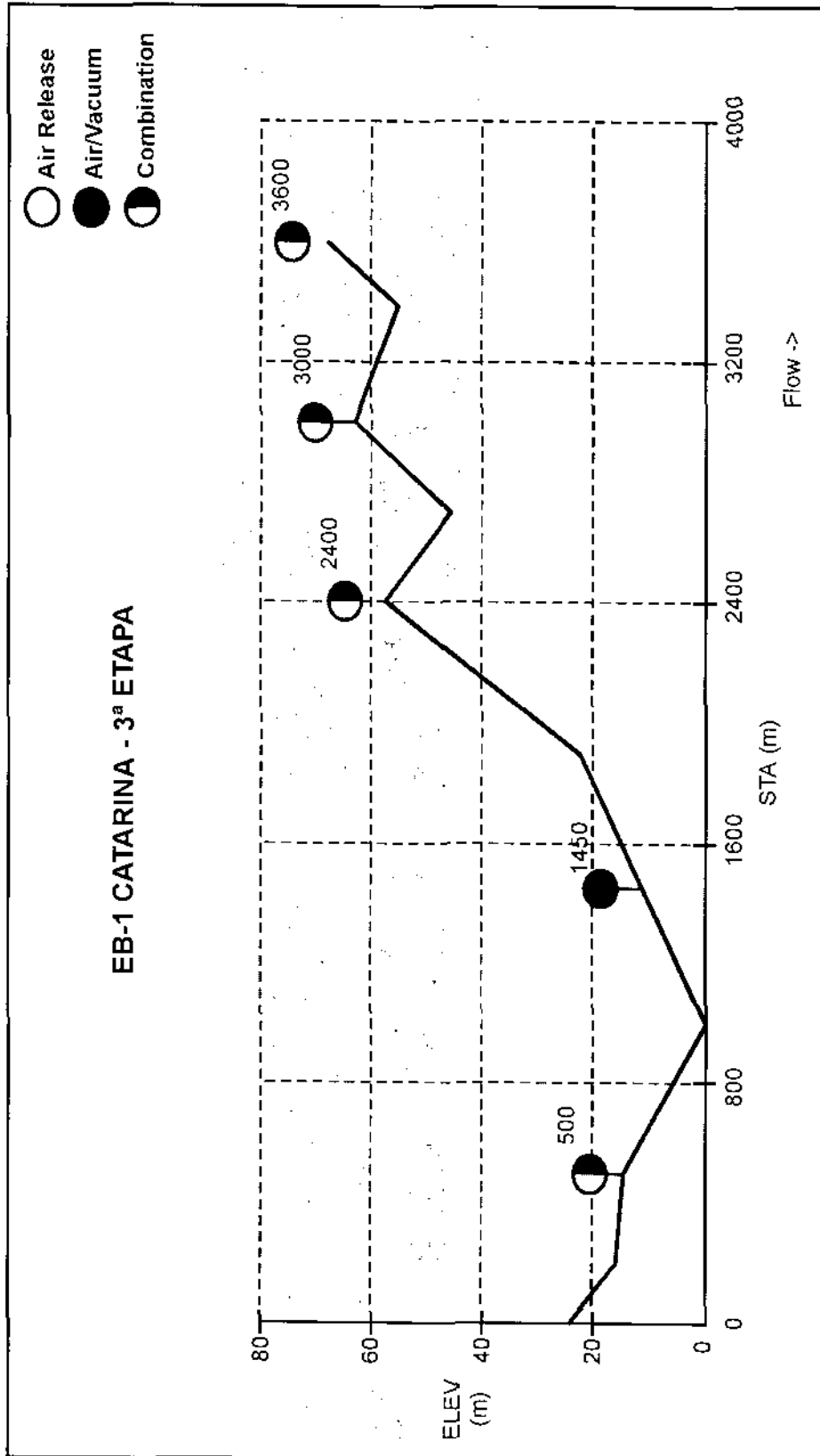
As figuras a seguir mostram o posicionamento das ventosas ao longo do perfil topográfico de cada linha de recalque.

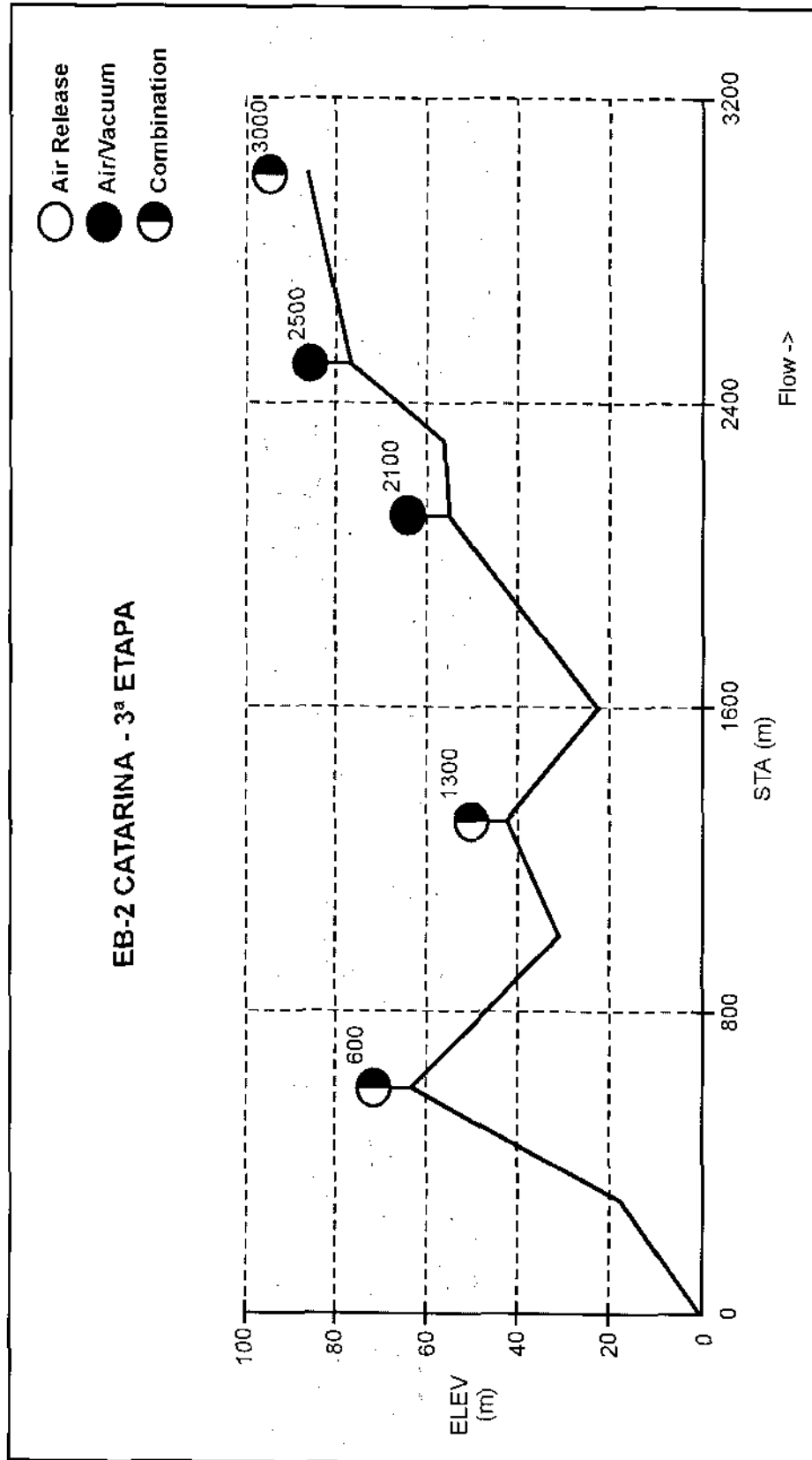
O dimensionamento das ventosas foi feito para as condições de vazão da última etapa do projeto (3ª etapa) para cada uma das três linhas de recalque, pois não faria sentido a aquisição de ventosas somente para a etapa inicial do projeto em virtude da insignificante diferença no custo de investimento que resultaria para o projeto, pelo baixo custo propriamente dito das ventosas, quando comparado aos demais equipamentos necessários para implantação da adutora.

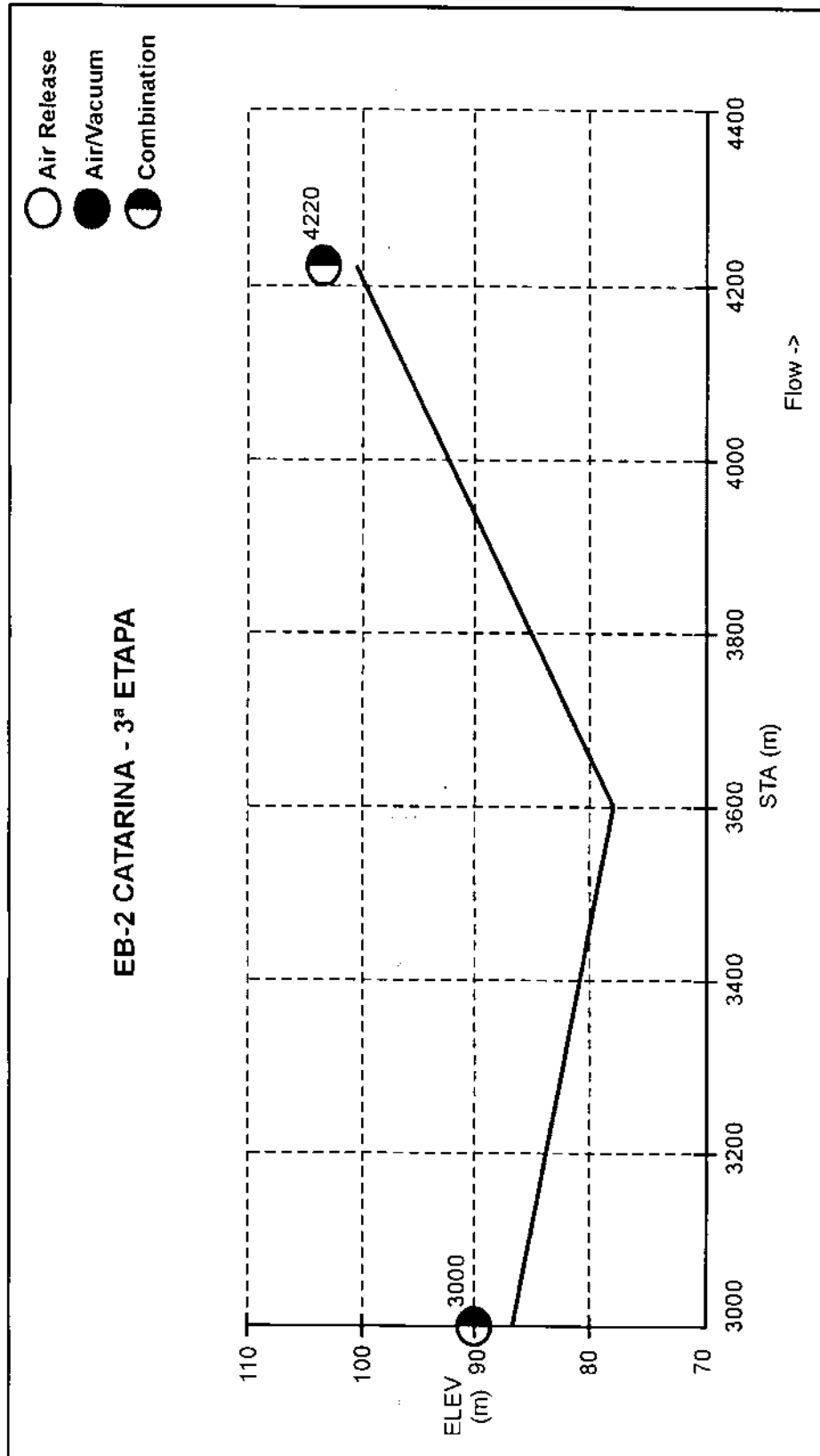












### VI.5.3 - Conclusões e Recomendações

#### VI.5.3.1 - Conclusões

As conclusões que se podem tirar da análise dos transientes hidráulicos das três linhas de recalque da adutora de Catarina, com base nas simulações levado a cabo no relatório original do projeto, e no dimensionamento das ventosas e análise da capacidade de resistência ao vácuo das tubulações em ferro fundido elaborado no presente relatório de revisão, são as seguintes:

- a) As *sobrepressões* oriundas do golpe de ariete resultam em valor abaixo da classe de pressão para a tubulação em ferro fundido Classe K-7 a ser empregado na adutora. Portanto, não haveria problemas quanto ao suporte da tubulação ao transiente hidráulico provocado pela condição mais desfavorável por ocasião da parada do bombeamento;
- b) As *subpressões*, embora elevadas nos casos das linhas de recalque das EB's 1 e 2 para a condição de vazão mórmente da 3ª. etapa, não provocariam o colapso da tubulação de ferro fundido, dada sua excepcional resistência ao vácuo. Haveria, entretanto, possibilidade de separação de coluna com formação do fenômeno de cavitação dentro da tubulação, o qual poderia ser atenuado pelo emprego das ventosas dimensionadas para dar proteção às linhas de recalque conforme aqui foi apresentado;
- c) O emprego de válvulas de alívio na saída do barrilete das bombas não teria um efeito muito vantajoso na proteção das linhas de recalque, pois a questão das sobrepressões não é significativa em todos os casos analisados. O emprego de válvulas antecipadoras de onda seria uma alternativa mais vantajosa, porém seu custo é relativamente alto;
- d) A proteção dada exclusivamente pelo emprego de ventosas é factível, porém questionável com relação à vida útil do sistema. Fenômenos de separação de coluna e cavitação fatalmente irão ocorrer quando as ventosas não atuarem de forma adequada por possível deficiência de manutenção ao longo da vida útil do equipamento. A melhor alternativa técnica para proteção contra o golpe de ariete nas linhas de recalque da adutora de Catarina seria o emprego das soluções sugeridas no relatório original dos estudos de transientes, porém devido seu alto custo, admite-se uma solução de menor eficiência técnica, porém de baixíssimo custo de investimento inicial. A manutenção adequada das ventosas e demais equipamentos da adutora torna-se imperativa para prolongar a vida útil do sistema.

### VI.5.3.2 - Recomendações

Recomenda-se a aquisição e instalação do sistema de ventosas dimensionado no presente relatório de revisão e a elaboração de um manual de operação e manutenção das linhas de recalque, contemplando principalmente a revisão periódica das ventosas e inspeção visual da tubulação de ferro fundido nos pontos altos do perfil da adutora. As válvulas de retenção do barrilete das bombas devem ser adequadamente mantidas e monitoradas por conta de possível fadiga devido ao golpe de aríete no decorrer da vida útil do equipamento. Os blocos de ancoragem devem ser dimensionados para suportar sobrepressões equivalentes pelo menos ao limite da classe de pressão da tubulação por medida de segurança contra os efeitos adversos do transiente hidráulico. Este dimensionamento para a classe de pressão da tubulação já apresentaria um coeficiente de segurança adequado para o sistema.



## VII - ESTIMATIVA DE CUSTOS



## VII - ESTIMATIVA DE CUSTOS

### VII.1 - GENERALIDADES

A estimativa de custos foi feita com base na tabela de preços da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará de 01/05/1999. Observa-se, no entanto, que esta tabela refere-se somente a preços de serviços.

Com relação ao fornecimento de tubas, conexões, conjuntos moto-bomba, equipamentos da ETA e outros, são referentes a uma cotação de preços de janeiro de 2000, acrescidos de B.D.I. de 30%, com exceção à compra dos tubos. Neste caso não considerou-se B.D.I., vez que a compra pode ser feita diretamente pela própria SRH.

### VII.2 - ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O quadro VII.1 a seguir apresenta um resumo do valor dos investimentos necessários para implantação deste sistema integrado de abastecimento de água, levando-se em consideração cada etapa do projeto.

As planilhas de quantitativos com os respectivos preços compõem o ANEXO VII.

Segue o cronograma físico-financeiro elaborado para a 1ª etapa do projeto.



**QUADRO VII.1**

**ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA  
CIDADE DE CATARINA  
RESUMO DOS INVESTIMENTOS**

TRECHOS	VALOR (R\$)
TRECHO I	218.896,00 ✓
TRECHO II	504.764,68 ✓
TRECHO III	992.790,18 ✓
TRECHO IV	666.450,52 ✓
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>	<b>2.382.901,38</b>

Obs.: Os custos acima estão em valores corrente e são relativos a 1ª etapa de projeto.



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CATARINA

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO										P (%)	TOTAL (R\$)	
		DIAS CORRIDOS												
		30	60	90	120	160	180							
1.0.0	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO												2,26	53.944,40
2.0.0	SERVICIOS PRELIMINARES	64,0%											0,87	20.844,00
3.0.0	OBRA CIVIL		20,0%											
3.1.0	ADUTORA	10,0%	20,0%	25,0%	25,0%	20,0%							7,22	172.071,53
3.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA		30,0%	40,0%	30,0%	30,0%							2,53	60.306,93
3.3.0	ETA				50,0%	50,0%							0,31	7.500,00
3.4.0	RESERVAÇÃO			50,0%	50,0%								7,81	186.055,69
4.0.0	MONTAGEM													
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES		5,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	5,0%				1,58	37.541,55
4.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS									100,0%			0,08	1.900,00
4.3.0	ETA - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E DE TRATAMENTO				40,0%	50,0%	50,0%	10,0%					0,44	10.385,00
4.4.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS									50,0%			0,48	11.550,00
4.5.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS									100,0%			0,13	3.160,00
5.0.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS													
5.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES		20,0%	30,0%	30,0%	30,0%	20,0%						55,93	1.332.863,59
5.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS			50,0%	50,0%								5,77	137.498,87
5.3.0	ETA - EQUIPAMENTOS DE TRATAMENTO E HIDROMECÂNICOS			50,0%	50,0%								6,03	143.576,79
5.4.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS			15,0%	70,0%	15,0%							6,10	145.328,04
5.5.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS				100,0%								2,45	58.375,00
PERCENTUAL FATURADO POR MÊS		2,56	13,64	30,79	36,57	14,85							100,00	
TOTAL MENSAL		60.902,93	325.124,98	733.627,07	873.805,80	353.826,19								2.382.901,38



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

---

## ANEXO I - ESTUDO DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO

**Rivaldo de Carvalho**

O açude Rivaldo de Carvalho barra o riacho Condado, no município de Catarina. O açude foi construído com uma capacidade de 6,42 milhões de m<sup>3</sup>, controlando uma bacia de 268,42 km<sup>2</sup>.

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

**vazões afluentes** - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe no açude Orós;

**evaporações do lago** - obtidas a partir do tanque classe A em Tauá com um fator de tanque de 0,70;

**precipitação sobre o lago** - obtidas através da precipitação média em no posto mais próximo do açude Rivaldo de Carvalho (3820421 - Catarina) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

RIVALDO DE CARVALHO ( Posto mais próximo = 3820421 )					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Tauá (mm)
JAN	186.20	74.1	112.10	0.073	266
FEV	164.50	111.2	53.30	0.035	235
MAR	165.20	178.4	-13.20	-0.009	236
ABR	149.80	143.9	5.90	0.004	214
MAI	145.60	67.6	78.00	0.051	208
JUN	154.00	25.9	128.10	0.083	220
JUL	176.40	11.4	165.00	0.107	252
AGO	193.90	4.4	189.50	0.123	277
SET	207.20	5.7	201.50	0.131	296
OUT	228.20	6.1	222.10	0.145	326
NOV	214.20	10.1	204.10	0.133	306
DEZ	217.70	29.1	188.60	0.123	311
TOTAL	2202.90	667.90	1535.00	1.0	3147

\* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

\*\* Fonte: PLIRHINE

Evaporação : 2202,90 m

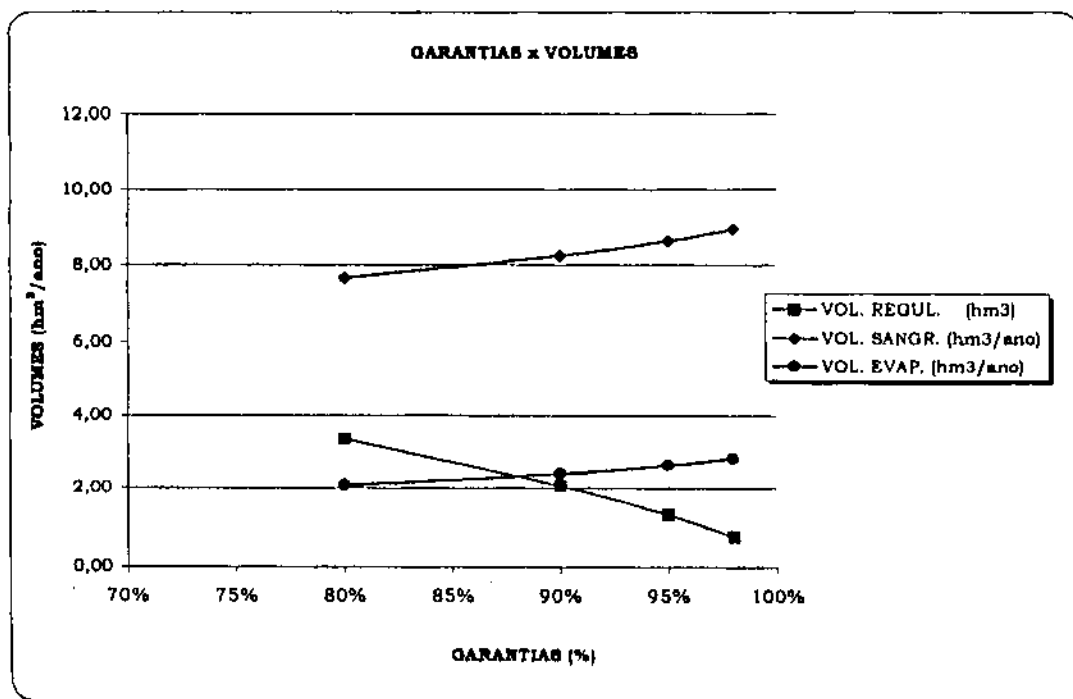
**RESERVATÓRIO RIVALDO DE CARVALHO**

**Capacidade:** 6.428 hm<sup>3</sup>

**Defluvio Médio:** 12,47 hm<sup>3</sup>/ano

**Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV):** 1.29

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm <sup>3</sup> )	3,350	2,061	1,317	0,753
Vazão Regularizada (m <sup>3</sup> /s)	0,106	0,065	0,042	0,024
Falha Máxima (meses)	26	19	15	8
Frequencia da Falha Anual (%)	49,41	29,41	15,29	8,24
Média das Sangrias (hm <sup>3</sup> /ano)	7,67	8,25	8,62	8,95
Médias das Evaporações (hm <sup>3</sup> /ano)	2,07	2,38	2,62	2,81



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

## VOLUME 1 - Planejamento dos Recursos Hídricos



Balanco Hídrico Oferta x Demanda da Rede da Grande Açudagem na bacia do Alto Jaguaribe  
Cenário ano 2000 / Sem a Transposição do São Francisco

Identificação das Demandas Urbanas	Fonte Hídrica	Nível de Atendimento		Infra-estrutura programada	Nível de Atendimento		Situação das Aduadoras
		Diagnóstico	Infra-estrutura		Infra-estrutura	Cenário 2000	
Assaré	Açude Canoas	100,00	100,00	-	100,00	-	-
Campos Sales	Açude Poço da Pedra	100,00	100,00	-	100,00	-	-
Guassosse	Açude Orós	100,00	100,00	-	100,00	-	-
Orós	Açude Orós	100,00	100,00	-	100,00	-	-
Tauá	Açude Trici/Aç. Broco	100,00	100,00	-	100,00	-	-
Catarina	Açude Buenos Aires	20,85	20,85	Ad. Aç. Rivaldo de Carvalho	100,00	Planejada	Planejada
Flamengo	Açude Público	39,73	39,73	Ad. Aç. Rivaldo de Carvalho	100,00	Planejada	Planejada
Trussu	Açude Público	7,87	7,87	Ad. Aç. Rivaldo de Carvalho	100,00	Planejada	Planejada
Cariús	Açude Público	1,38	1,38	Aduadora Açude Muquém	100,00	Prevista	Prevista
Acopiara	Açude Quincóe	68,14	68,14	Aduadora Açude Paé	100,00	Planejada	Planejada
Aiuaba	Açude Camarão	90,78	90,78	Aduadora Açude Benguê	100,00	Em construção	Em construção
Iguatu	Subterrânea	84,91	84,91	Aduadora Açude Trussu	100,00	Em construção	Em construção
Quixeló	Subterrânea	100,00	100,00	Aduadora Açude Paé	100,00	Em construção	Em construção
Antonina do Norte	Açude do Coronei	83,59	83,59	Aduadora Riacho Conceição	100,00	Planejada	Planejada
Jucás	Subterrânea	100,00	100,00	Aduadora Açude Muquém	100,00	Prevista	Prevista
Arneiroz	Açude Mucumim	100,00	100,00	Aduadora Açude Arneiroz	100,00	Planejada	Planejada

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

## VOLUME 1 - Planejamento dos Recursos Hídricos



QUADRO 1.1.5.1 - Projeção da Demanda de Água humana nas cidades e distritos e distritos com mais de 1.000 habitantes na sub-bacia do Alto Jaguaribe

Setores municipais e distritos	Demanda líquida (m³)										Demanda bruta (m³)						
	Atos										Atos						
	1998	2000	2005	2010	2020	2030	1998	2000	2005	2010	2020	2030					
Acopiara (Bede)	660.394	690.244	891.374	978.974	1.155.488	1.333.710	858.512	897.317	1.158.786	1.272.666	1.502.194	1.733.823					
Trussau (Distrito)	35.819	37.033	40.094	43.136	49.308	55.349	46.565	48.143	52.110	56.076	64.100	72.214					
Altaegra (Bede)	87.624	90.016	95.911	102.915	117.687	134.539	113.911	117.021	124.684	133.790	152.993	174.901					
Altaegra (Bede)	114.532	120.045	133.915	147.820	190.682	221.397	148.891	156.058	174.089	192.165	247.896	287.816					
Antoninas de Norte (Bede)	131.904	135.753	145.808	156.592	195.870	209.705	171.475	176.478	189.551	203.570	254.631	272.616					
Araripe (Bede)	141.023	148.409	166.925	201.171	241.311	272.677	183.330	192.932	217.003	261.522	314.354	354.479					
Brejinho (Distrito)	50.730	54.682	58.497	62.311	69.939	77.672	65.948	71.087	76.046	81.004	90.921	100.974					
Pajú (Distrito)	49.897	52.359	58.497	64.669	77.117	89.670	84.867	88.067	94.070	100.252	116.570	132.794					
Araricó (Bede)	63.663	67.200	76.805	87.762	114.670	149.865	82.762	87.360	99.847	114.091	149.071	194.825					
Amari (Bede)	256.097	266.925	294.106	321.400	376.364	431.891	332.926	347.002	382.337	417.820	489.273	561.459					
Campes Ruas (Bede)	546.594	570.692	631.182	691.974	948.796	1.092.854	710.572	741.900	820.537	899.566	1.233.434	1.420.710					
Carilhó (Bede)	130.413	136.238	150.802	165.365	210.833	242.413	169.536	177.109	196.042	214.975	274.083	315.136					
Casuarina (Bede)	163.250	172.682	212.825	238.578	290.384	342.754	212.225	224.486	276.673	310.151	377.499	445.590					
Forquilha (Bede)	154.512	161.794	193.193	214.968	255.608	294.106	200.865	210.332	253.751	279.459	332.291	382.337					
Carimuiaba (Distrito)	46.950	47.921	50.348	52.775	57.595	62.450	61.035	62.297	65.453	68.608	74.874	81.185					
Aguaçu (Bede)	2.319.648	2.394.984	2.546.094	2.773.810	3.156.273	3.542.413	3.015.542	3.113.479	3.309.922	3.605.953	4.103.153	4.605.136					
Joaquim de Almeida (Distrito)	78.227	81.486	90.224	99.864	122.299	149.588	101.695	105.932	117.292	129.823	158.988	194.464					
Jacobs (Bede)	241.698	253.014	281.323	309.632	366.250	422.869	314.208	328.919	365.730	402.522	476.126	549.729					
São Pedro do Norte (Dist.)	55.411	59.953	71.361	82.735	105.516	128.332	73.034	77.939	92.769	107.555	137.171	166.832					
Bons Orlados (Bede)	235.119	246.623	275.459	304.444	362.867	421.816	305.655	320.610	358.096	395.778	471.727	548.361					
Orela (Bede)	399.484	408.282	430.350	452.493	497.119	542.157	519.330	530.766	559.455	588.241	646.254	704.805					
Quararã (Distrito)	89.392	96.639	114.740	132.840	169.006	222.487	116.210	125.631	149.161	172.692	219.708	289.233					
Palestina (Distrito)	39.599	40.084	41.229	42.408	44.731	47.054	51.479	52.110	53.597	55.130	58.150	61.170					
Parumbó (Bede)	329.558	345.009	383.657	422.267	499.525	576.782	428.425	448.512	498.754	548.947	649.382	749.817					
Monte São (Distrito)	35.473	35.681	36.166	36.686	37.657	38.563	46.114	46.395	47.016	47.692	48.954	50.261					
Potangá (Bede)	125.558	129.754	140.260	150.836	172.092	209.893	163.226	168.680	182.338	196.087	223.720	272.861					
Quilombó (Bede)	131.176	140.642	154.290	200.727	254.969	306.211	170.528	182.834	213.577	264.845	331.460	398.075					
Reboredo (Bede)	149.588	157.216	191.095	211.773	253.052	294.369	194.464	204.381	248.424	275.304	328.968	382.680					
Plamengo (Distrito)	43.378	46.187	53.261	60.300	74.410	88.525	56.392	60.043	69.239	78.390	96.736	115.083					
Saltinho (Bede)	114.878	120.877	135.961	151.114	196.923	225.269	149.342	157.140	176.749	196.448	235.999	292.850					
Beatana de Cariri (Bede)	146.953	151.322	162.279	173.236	211.622	235.382	191.038	196.718	225.207	275.109	305.997	365.997					
Turraças (Bede)	59.053	58.827	62.796	69.835	83.981	98.269	68.969	72.575	81.635	90.786	109.178	127.750					
Thaú (Bede)	953.482	995.136	1.099.599	1.204.544	1.415.966	1.629.448	1.293.677	1.429.479	1.565.907	1.749.756	1.940.756	2.118.282					
Santa Terça (Distrito)	50.764	55.203	66.368	77.568	100.176	123.958	65.993	71.763	86.278	100.838	130.229	159.845					
TOTAL	8.225.839	8.565.912	9.546.785	10.490.522	12.476.589	14.313.735	10.693.591	11.135.685	12.413.421	13.637.679	16.219.565	18.607.856					



**Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe**  
**VOLUME 3 - Estudos de Balanço Oferta x Demanda**



Tabela 1.2.3.1: Resultados do Estudo Hidrológico da Grande Acudagem

Apóde	Densidade Média (mm <sup>3</sup> /ano)	Coefficiente de Deflúvio (CV)	Capacidade Reservatória (mm <sup>3</sup> )	Q90 (m <sup>3</sup> /s)	Média Anual (mm <sup>3</sup> /ano)	Seas Hidrológicas Máximas (anos)	Período Simulado	Média Mensal (mm <sup>3</sup> /ano)	Média Evaporação (mm <sup>3</sup> /ano)	Balancete Hidrológico (%)
Atalho II	97,78	2,10	108,25	0,95	27,20	59	1911-1996	66,68	4,47	27,82
Bonshuú	768,42	1,50	1800,00	11,66	304,26	31	1912-1996	360,75	68,31	43,51
Bom Viagem	28,88	1,28	47,00	7,82	7,82	57	1911-1991	16,71	4,27	27,08
Broco	4,59	1,45	17,50	0,92	0,50	82	1913-1996	0,89	3,22	10,89
Canafishuá	5,91	1,90	13,12	0,05	1,21	25	1912-1996	2,54	2,08	22,17
Canoa	19,31	1,49	69,25	0,32	9,13	64	1912-1996	5,13	4,72	47,28
Codro	25,84	1,28	126,00	0,35	10,13	28	1911-1996	3,90	11,90	39,20
Cipóda	32,25	1,55	17,25	0,23	6,64	29	1911-1996	22,89	3,12	20,59
Erna	9,65	1,90	10,39	0,08	2,25	20	1912-1996	5,78	1,69	23,32
Favéla	32,38	1,61	30,00	0,21	6,16	20	1912-1996	19,58	6,78	19,02
Poguarro	267,85	1,25	118,81	2,09	60,00	19	1911-1996	188,92	19,79	22,40
Jangueiro	11,37	1,25	11,32	0,12	3,32	46	1912-1996	7,86	0,43	28,69
Joaquim Távora	7,40	1,24	23,66	0,10	2,75	23	1912-1996	1,61	3,09	37,16
Lima Campos	24,78	1,11	63,65	0,45	13,15	22	1912-1996	3,79	8,08	53,07
Noure	1,68	1,21	22,89	0,01	9,40	33	1913-1996	0,00	1,30	23,81
Olho d'Água	5,49	1,46	21,00	0,12	3,52	34	1911-1996	1,09	0,91	64,12
Orca	1042,36	1,40	1956,26	15,77	453,28	22	1912-1996	473,80	117,69	43,68
Pau	73,42	1,26	71,83	0,95	27,24	21	1912-1996	41,27	5,37	37,10
Poco da Pedra	46,09	1,51	50,00	0,38	11,01	36	1913-1996	27,02	8,34	23,89
Poco do Barro	29,37	1,55	52,00	0,35	10,22	25	1911-1996	15,94	3,75	34,56
Prasres	6,18	1,25	32,50	0,12	3,56	58	1912-1996	1,23	1,26	57,61
Quizabinha	3,29	1,99	32,51	0,04	1,23	44	1912-1996	0,54	1,49	37,39
Quizeranham	354,36	1,30	54,00	1,43	40,96	21	1913-1996	307,15	6,64	11,57
Riacho do Sangue	77,54	1,24	61,42	0,67	19,42	23	1912-1996	35,85	2,84	25,05
Riacho dos Carneiros	3,61	1,28	37,18	0,07	1,95	24	1913-1996	0,07	1,48	54,02
Riacho dos Tanques	2,99	1,37	12,78	0,03	0,77	23	1913-1996	0,48	1,77	25,75
Riacho Verde	1,83	1,32	14,67	0,02	0,57	43	1913-1996	0,07	1,19	31,15
Rivado de Carvalho	12,47	1,29	6,43	0,07	1,88	19	1912-1996	8,25	2,38	15,08
São José II	14,00	1,53	29,15	0,18	5,07	42	1912-1996	6,32	2,71	36,21
Serrolim Dias	101,39	1,52	43,00	0,43	12,40	23	1911-1996	63,14	6,30	12,23
São Antônio de Pádua	92,32	1,02	29,72	0,66	19,18	12	1911-1991	67,01	6,49	20,78
Thomas Ottonie	5,64	0,96	28,79	0,14	4,08	32	1912-1996	0,28	1,33	72,34
Tropá II	14,44	1,20	18,19	0,20	5,77	22	1911-1996	7,18	1,56	39,96
Tiro	25,39	1,61	16,50	0,14	4,17	20	1912-1996	17,64	3,66	16,42
Trussu	73,74	1,29	263,00	1,64	47,18	20	1912-1996	15,97	11,16	63,98
Varzea do Boa	44,38	1,63	51,82	0,31	8,86	20	1912-1996	23,74	11,98	19,96
Vincius Eterdo	158,50	1,55	434,05	2,21	63,67	20	1911-1996	36,84	39,72	40,17
TOTAL	3527,29			42,84	1283,14			1917,72	383,47	
MEDIA		1,43				31				33,22

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

## VOLUME 3 - Estudos de Balanço Oferta x Demanda



### Balanço Hídrico Oferta x Demanda Localizada na bacia do Alto Jaguaribe - ANO SECO

Trecho	Identificação da Demanda	Demanda (m3/ano)	Fonte Hídrica	Capacidade do Reservatório Superficial (m3)	Disponibilidade Reservatório Superficial ou Disp. Efetiva Subterrânea(m3/ano)	Déficit / Superávit no Atendimento a Demanda (m3/ano)
1-2	Per. Irrig. Cachoeirinha	558000	Ac. Cachoeirinha	2500000	0	-558000
4-5	Santa Tereza	59457	subterrânea			-59457
9-8	Monte Sion	45348	Ac. Público	3100000	0	-45348
8-10	Parambu	448822	Ac. Parambu	8533000	426650	-22172
13-12	Aracinz	79260	Ac. Micaum	7310000	365500	286240
12-14	Catarina	239805	Ac. Buenos Aires	500000	0	-239805
15-14	Sabociro	188799	Ac. Caldirão	5000000	250000	61201
	Salitre	192702	subterrânea			-192702
	Antônia do Norte	183032	Ac. do Coronel	1530000	0	-183032
14-16	Aiuaba	89222	Acude Camarão	810000	0	-89222
17-18	Jucás	310396	subterrânea			-310396
	Pajeú	64235	subterrânea			-64235
	Araripe	239814	Ac. João Luiz	5500000	275000	35186
	Brejinho	64326	subterrânea			-64326
18-26	Potengi	165514	Ac. Pau Preto	3000000	0	-165514
	Tarrafas	65543	subterrânea			-65543
20-21	Santana do Cariri	204069	subterrânea			-204069
	Nova Olinda	319521	subterrânea			-319521
	Altância	142188	subterrânea			-142188
	Farias Brito	227786	subterrânea			-227786
26-16	Carutaba	58781	subterrânea			-58781
16-23	Carús	182026	Acude	25083	0	-182026
	São Pedro do Norte	70772	subterrânea			-70772
	Irrig. Privada (A1)	4718784	lagoa		0	-4718784
	Iguatu	4354224	subterrânea			-4354224
24-23	Per. Irrig. Juacas Tel II	1620000	subterrânea			-1620000
	Trussu	45844	Acude	36061	0	-45844
	Flamengo	52605	Acude Público	209010	0	-52605
	Acopiara	1047083	Acude Quincos	7135000	356750	-690333
23-25	José de Alencar	90741	subterrânea			-90741
	Quixelô	227522	subterrânea			-227522
	Paléstina	50036	subterrânea			-50036



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

## ANEXO II - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS

**SELEÇÃO DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS DE ÁGUA BRUTA  
ADUTORA DE CATARINA**

Folha: 1 / 3

DADOS GERAIS: Captação Flutuante

Etapa	População hab.	Demanda Média l/s	Demanda Max. dia: Us	Demanda Max. dia: m <sup>3</sup> /h
1ª	6.208	10,24	14,74	53,08
2ª	7.642	12,60	18,15	65,34
3ª	9.408	15,52	22,34	80,44

Vazões de Projeto:

Per Capita (l/hab.dia)	150
Número de horas de bomb.:	20
Nível de atendimento (%):	0,95

**CÁLCULO DA ALTURA GEOMÉTRICA**

Sucção	NA <sub>MIN</sub> =	384,264 m	Recalque
	NA <sub>MAX</sub> =	394,264 m	NA <sub>MAX</sub> = 471,635
	Hg <sub>MAX</sub> =	87,371 m	
	Hg <sub>MIN</sub> =	77,371 m	
	Hg <sub>MED</sub> =	82,371 m	

**BARRILETE DE SUCCÃO****Características Gerais**

Material:	FoFo
DN:	200
De =	0,222 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0054 m
Ex <sub>cimento</sub> =	0,0025 m
Di =	0,206 m
L =	4,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Perdas Localizadas no Barrilete de Sucção**

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	Kt
1	Crivo	200	1	0,75	0,75
2	Válvula de Pé	200	1	1,75	1,75
3	Redução Gradual	200 x 150	1	0,15	0,15
4	Curva 90°	200	1	0,40	0,40
H <sub>LS</sub> = 139,60 Q <sup>2</sup>				Total	3,05

As perdas localizadas na sucção são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**BARRILETE DE RECALQUE****Características Gerais**

Material:	FoFo
DN:	150
De =	0,17 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>cimento</sub> =	0,0025 m
Di =	0,155 m
L =	20,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Perdas Localizadas no Barrilete de Recalque**

Folha: 2 / 3

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	K1
1	Ampliação Gradual	40 X150	1	0,30	0,30
2	Válvula de retenção	150	1	2,50	2,50
3	Registro de Gaveta	150	1	0,20	0,20
4	Curva de 90°	150	2	0,40	0,80
5	Curva de 45°	150	2	0,20	0,40
6	Te c/ Flanges	150	2	1,80	3,60
$H_{Ls} = 1129,78 Q^2$				<b>Total</b>	<b>7,80</b>

As perdas localizadas no recalque são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**LINHA DE RECALQUE**

**Características Gerais**

Material:	FoFo
DN:	150
De =	0,17 m
Ex <sub>forma</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>geométo</sub> =	0,0025 m
Di =	0,155 m
L =	1004,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Pontos de Trabalho:**

A seguir são apresentados os pontos de funcionamento das bombas escolhidas para cada etapa do projeto. Este ponto foi determinado através da intersecção da curva do Sistema com a curva da Bomba selecionada.

	1ª Etapa		2ª Etapa		3ª Etapa	
	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)
Pf Na min	92,63	55,80	94,57	65,77	99,78	87,34
Pf Na max	86,35	73,80	90,78	90,90	96,01	107,80

**Verificação do NPSH na 1ª Etapa**

Vazão Max(m <sup>3</sup> /h)	73,8
Vazão Min(m <sup>3</sup> /h)	55,8
Alt. Sucção (m)	1,2
Patm (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,95
Pvapor (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,0752
Hf Max (m)	0,066
Hf Min (m)	0,038

NPSH Requerido 1ª Etapa(m): NPSH Disponível 1ª Etapa(m): 7,48

Para Na min = 2,5  
Para Na max = 3,0

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**

**Verificação do NPSH na 2ª Etapa**

Vazão Max(m <sup>3</sup> /h)	90,9
Vazão Min(m <sup>3</sup> /h)	65,8
Alt. Sucção (m)	1,2
Patm (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,95
Pvapor (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,0752
Hf Max (m)	0,100
Hf Min (m)	0,053

NPSH Requendo 2ª Etapa(m): NPSH Disponível 2ª Etapa(m): 7,45

Para Na min = 6,2  
Para Na max = 6,3

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**

**Verificação do NPSH na 3ª Etapa**

Vazão Max(m <sup>3</sup> /h)	107,8
Vazão Min(m <sup>3</sup> /h)	87,34
Alt. Sucção (m)	1,2
P <sub>atm</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,95
P <sub>vapor</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,0752
H <sub>f</sub> Max (m)	0,140
H <sub>f</sub> Min (m)	0,092

NPSH Requerido 3ª Etapa(m): **NPSH Disponível 3ª Etapa(m): 7,41**

Para Na min = 6,2

Para Na max = 6,3

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**

**POTÊNCIA DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBAS SELECIONADOS**

A seguir são descritos os conjuntos elevatórios selecionados para cada etapa do projeto. As curvas das bombas escolhidas para cada etapa são mostradas nos gráficos adiante.

1ª Etapa		
<b>Características:</b>		
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>		
<b>Tipo KSB Meganorm 50-250 Rotor 220 - 3500 rpm - 60Hz</b>		
	P/ Na min	P/ Na max
Rendimento da Bomba(%)	60,00	61,00
Rendimento do Motor(%)	87,00	87,00
Vazão (l/s)	15,50	20,50
Altura Manométrica (m)	92,63	86,35
Potencia Teórica (+10%) (cv)	40,34	48,92
Potencia Adotada (cv)	50	50

2ª Etapa		
<b>Características:</b>		
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>		
<b>Tipo KSB Meganorm 65-250 Rotor 220 - 3500 rpm - 60Hz</b>		
	P/ Na min	P/ Na max
Rendimento da Bomba(%)	60,00	69,00
Rendimento do Motor(%)	87,00	87,00
Vazão (l/s)	18,27	25,25
Altura Manométrica (m)	94,57	90,78
Potencia Teórica (+10%) (cv)	48,55	56,00
Potencia Adotada (cv)	50	60

3ª Etapa		
<b>Características:</b>		
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>		
<b>Tipo KSB Meganorm 65-250 Rotor 230 - 3500 rpm - 60Hz</b>		
	P/ Na min	P/ Na max
Rendimento da Bomba(%)	69,00	72,00
Rendimento do Motor(%)	88,00	88,00
Vazão (l/s)	24,26	29,94
Altura Manométrica (m)	99,78	96,01
Potencia Teórica (+10%) (cv)	58,47	66,55
Potencia Adotada (cv)	60	75

**SELEÇÃO DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS DE ÁGUA BRUTA  
ADUTORA DE CATARINA**

Folha: 1 / 3

**DADOS GERAIS: Estação de Bombeamento 1 (EB-1)**

Etapa	População hab.	Demanda Média l/s	Demanda Max dia. l/s	Demanda Max dia. m <sup>3</sup> /h
1º	6208	10,24	14,74	53,08
2º	7642	12,60	18,15	65,34
3º	9408	15,52	22,34	80,44

Vazões de Projeto:

Per Capita (l/hab dia) 150

Número de horas de bomb.: 20

Nível de atendimento (%): 0,95

**CÁLCULO DA ALTURA GEOMÉTRICA**

Sucção	NA <sub>MIN</sub> =	468,935 m	Recalque	NA <sub>MAX</sub> = 535,100
	NA <sub>MAX</sub> =	471,635 m		
	Hg <sub>MAX</sub> =	66,165 m		
	Hg <sub>MIN</sub> =	63,465 m		
	Hg <sub>MED</sub> =	64,815 m		

**BARRILETE DE SUCÇÃO**
**Características Gerais**

Material:	FoFo
DN:	200
De =	0,222 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0054 m
Ex <sub>cimento</sub> =	0,0025 m
Di =	0,206 m
L =	7,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Perdas Localizadas no Barrilete de Sucção**

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	Kt
1	Crivo	200	1	0,75	0,75
2	Válvula de Pé	200	1	1,75	1,75
3	Registro de Gaveta	200	2	0,20	0,40
4	Redução Gradual	200 x 65	1	0,15	0,15
5	Te c/ Flanges	200	1	1,80	1,80
6	Curva 90º	200	2	0,40	0,80
				<b>Total</b>	<b>5,65</b>

$$H_{LS} = 258,60 Q^2$$

As perdas localizadas na sucção são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**BARRILETE DE RECALQUE**
**Características Gerais:**

Material:	FoFo
DN:	150
De =	0,17 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>cimento</sub> =	0,0025 m
Di =	0,155 m
L =	16,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>



**Perdas Localizadas no Barrilete de Recalque**

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	Kf
1	Ampliação Gradual	40 X150	1	0,30	0,30
2	Válvula de retenção	150	1	2,50	2,50
3	Registro de Gaveta	150	1	0,20	0,20
3	Valvula Borboleta	150	1	0,30	0,30
4	Curva de 90°	150	5	0,40	2,00
5	Tc / Flanges	150	1	1,80	1,80
$H_{Ls} = 1028,39 Q^2$				Total	7,10

As perdas localizadas no recalque são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**LINHA DE RECALQUE**

**Características Gerais**

Material:	FoFo
DN:	150
De =	0,17 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>concreto</sub> =	0,0025 m
DI =	0,155 m
L =	4796,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Pontos de Trabalho:**

A seguir são apresentados os pontos de funcionamento das bombas escolhidas para cada etapa do projeto. Este ponto foi determinado através da intersecção da curva do Sistema com a curva da Bomba selecionada.

Pl Na min	1ª Etapa		2ª Etapa		3ª Etapa	
	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)
	88,59	56,00	98,93	67,70	114,63	82,50

**Verificação do NPSH na 1ª Etapa**

Vazão Med(m <sup>3</sup> /h):	56,0
Alt. Sucção (m):	1,2
Patm (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,95
Pvapor (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0752
Hf Med (m):	0,070

NPSH Requerido 1ª Etapa(m):

Para Na min = 4,3

NPSH Disponível 1ª Etapa(m): 7,48

O NPSH Disponível é superior ao Requerido.

**OK**

**Verificação do NPSH na 2ª Etapa**

Vazão Med(m <sup>3</sup> /h):	67,7
Alt. Sucção (m):	1,2
Patm (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,95
Pvapor (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0752
Hf Med (m):	0,102

NPSH Requerido 2ª Etapa(m):

Para Na min = 2,8

NPSH Disponível 2ª Etapa(m): 7,45

O NPSH Disponível é superior ao Requerido.

**OK**





### Verificação do NPSH na 3ª Etapa

Vazão Méd(m <sup>3</sup> /h)	82,50
Alt. Sucção (m)	1,2
Patm (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,95
Pvapor (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,0752
Hf. Méd (m)	0,152

NPSH Requerido 3ª Etapa(m):

Para Na min = 3,3

NPSH Disponível 3ª Etapa(m): 7,40

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**

### POTÊNCIA DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBAS SELECIONADOS

A seguir são descritos os conjuntos elevatórios selecionados para cada etapa do projeto. As curvas das bombas escolhidas para cada etapa são mostradas nos gráficos adiante.

1ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na min
<b>Tipo KSB Meganorm 40-250 Rotor 238 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	55,00
Rendimento do Motor(%)	87,00
Vazão (l/s)	15,56
Altura Manométrica (m)	88,59
Potencia Teórica (+10%) (cv)	42,24
Potencia Adotada (cv)	50

2ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na min
<b>Tipo KSB Meganorm 50-250 Rotor 228 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	60,50
Rendimento do Motor(%)	88,00
Vazão (l/s)	18,81
Altura Manométrica (m)	98,93
Potencia Teórica (+10%) (cv)	51,25
Potencia Adotada (cv)	60

3ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na min
<b>Tipo KSB Meganorm 50-250 Rotor 248 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	63,00
Rendimento do Motor(%)	88,00
Vazão (l/s)	22,92
Altura Manométrica (m)	114,63
Potencia Teórica (+10%) (cv)	69,50
Potencia Adotada (cv)	75

**SELEÇÃO DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS DE ÁGUA BRUTA  
ADUTORA DE CATARINA**

Folha: 1 / 3

DADOS GERAIS: Estação de Bombeamento 2 (EB-2)

Etapa	População hab.	Demanda Média l/s	Demanda Max dia: l/s	Demanda Max dia: m <sup>3</sup> /h
1º	6208	10,24	14,74	53,08
2º	7642	12,60	18,15	65,34
3º	9408	15,52	22,34	80,44

Vazões de Projeto:

Per Capita (l/hab.dia) 150

Número de horas de bomb.: 20

Nível de atendimento (%): 0,95

**CÁLCULO DA ALTURA GEOMÉTRICA**

Sucção	NA <sub>MIN</sub> =	509,872 m	Recalque
	NA <sub>MAX</sub> =	512,572 m	
	Hg <sub>MAX</sub> =	102,889 m	
	Hg <sub>MIN</sub> =	100,189 m	
	Hg <sub>MED</sub> =	101,539 m	

**BARRILETE DE SUCCÃO****Características Gerais**

Material:	FoFo
DN	200
De =	0,222 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0054 m
Ex <sub>concreto</sub> =	0,0025 m
Di =	0,206 m
L <sup>2</sup> =	7,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Perdas Localizadas no Barrilete de Sucção**

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	Kl
1	Crivo	200	1	0,75	0,75
2	Válvula de Pé	200	1	1,75	1,75
3	Registro de Gaveta	200	2	0,20	0,40
4	Redução Gradual	200 x 65	1	0,15	0,15
5	Te c/ Flanges	200	1	1,80	1,80
6	Curva 90°	200	2	0,40	0,80
H <sub>LS</sub> = 258,60 Q <sub>B</sub> <sup>2</sup>				<b>Total</b>	<b>5,65</b>

As perdas localizadas na sucção são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**BARRILETE DE RECALQUE****Características Gerais:**

Material:	FoFo
DN	150
De =	0,17 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>concreto</sub> =	0,0025 m
Di =	0,155 m
L <sup>2</sup> =	16,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Perdas Localizadas no Barrilete de Recalque**

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	Kl
1	Ampliação Gradual	40 X 150	1	0,30	0,30
2	Válvula de retenção	150	1	2,50	2,50
3	Registro de Gaveta	150	1	0,20	0,20
3	Valvula Borboleta	150	1	0,30	0,30
4	Curva de 90°	150	5	0,40	2,00
5	Tec./ Flanges	150	1	1,80	1,80
$H_{Ls} = 1028,39 Q_B^2$				<b>Total</b>	<b>7,10</b>

As perdas localizadas no recalque são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**LINHA DE RECALQUE****Características Gerais**

Material:	FoFo
DN:	150
De =	0,17 m
Ex <sub>latero</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>omito</sub> =	0,0025 m
Di =	0,155 m
L =	4240,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Pontos de Trabalho:**

A seguir são apresentados os pontos de funcionamento das bombas escolhidas para cada etapa do projeto. Este ponto foi determinado através da intersecção da curva do Sistema com a curva da Bomba selecionada.

P/ Na min	1ª Etapa		2ª Etapa		3ª Etapa	
	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)
	122,15	55,50	131,04	67,00	155,15	91,50

**Verificação do NPSH na 1ª Etapa**

Vazão Med(m <sup>3</sup> /h)	55,5
Alt. Sucção (m)	1,2
Patm (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,95
Pvapor (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,0752
Hf. Med (m)	0,069

NPSH Requerido 1ª Etapa(m):

NPSH Disponível 1ª Etapa(m): 7,48

Para Na min = 2,3

O NPSH Disponível é superior ao Requerido.

**OK**

**Verificação do NPSH na 2ª Etapa**

Vazão Med(m <sup>3</sup> /h)	67,0
Alt. Sucção (m)	1,2
Patm (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,95
Pvapor (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,0752
Hf. Med (m)	0,100

NPSH Requerido 2ª Etapa(m):

NPSH Disponível 2ª Etapa(m): 7,45

Para Na min = 2,8

O NPSH Disponível é superior ao Requerido.

**OK**



### Verificação do NPSH na 3ª Etapa

Vazão Med ( $m^3/h$ )	91,50
Alt. Sucção (m)	1,2
Patm ( $Kgf/cm^2$ )	0,95
Pvapor ( $Kgf/cm^2$ )	0,0752
Hf. Med (m)	0,186

NPSH Requerido 3ª Etapa(m):

NPSH Disponível 3ª Etapa(m): 7,36

Para Na min = 6,0

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**

### POTÊNCIA DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBAS SELECIONADOS

A seguir são descritos os conjuntos elevatórios selecionados para cada etapa do projeto. As curvas das bombas escolhidas para cada etapa são mostradas nos gráficos adiante.

1ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na min
<b>Tipo KSB Meganorm 50-250 Rotor 228 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	58,00
Rendimento do Motor(%)	88,00
Vazão (l/s)	15,42
Altura Manométrica (m)	122,15
Potencia Teórica (+10%) (cv)	54,11
Potencia Adotada (cv)	60

2ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na min
<b>Tipo KSB Meganorm 50-250 Rotor 238 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	60,50
Rendimento do Motor(%)	88,00
Vazão (l/s)	18,61
Altura Manométrica (m)	131,04
Potencia Teórica (+10%) (cv)	67,18
Potencia Adotada (cv)	75

3ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga de Alta Pressão - Linha: Multiestágio</b>	P/ Na min
<b>Tipo KSB WKL 80/2 205 - 3500 rpm</b>	
Rendimento da Bomba(%)	65,00
Rendimento do Motor(%)	90,00
Vazão (l/s)	25,42
Altura Manométrica (m)	155,15
Potencia Teórica (+10%) (cv)	98,87
Potencia Adotada (cv)	100

**SELEÇÃO DO CONJUNTO ELEVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA  
ADUTORA DE CATARINA**

Folha: 1 / 3

**DADOS GERAIS: Estação de Bombeamento de Água Tratada (EE-AT)**

Etapa	População hab.	Demanda Média l/s	Demanda Max dia: l/s	Demanda Max dia: m <sup>3</sup> /h
1º	6208	10,24	14,74	53,08
2º	7642	12,60	18,15	65,34
3º	9408	15,52	22,34	80,44

Vazões de Projeto:

Per Capita (l/hab.dia) 150

Número de horas de bomb.: 20

Nível de atendimento (%): 0,95

**CÁLCULO DA ALTURA GEOMÉTRICA**

Sucção	NA <sub>MIN</sub> =	34,000 m	Recalque	NA <sub>MAX</sub> =	90,250
	NA <sub>MAX</sub> =	35,400 m			
	Hg <sub>MAX</sub> =	56,250 m			
	Hg <sub>MIN</sub> =	54,850 m			
	Hg <sub>MED</sub> =	55,550 m			

**BARRILETE DE SUÇÃO**
**Características Gerais**

Material:	FoFo
DN:	200
De =	0,222 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0054 m
Ex <sub>cimento</sub> =	0,0025 m
Di =	0,206 m
L <sup>2</sup> =	7,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Perdas Localizadas no Barrilete de Sucção**

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	Kt
1	Crivo	200	1	0,75	0,75
2	Válvula de Pé	200	1	1,75	1,75
3	Registro de Gaveta	200	2	0,20	0,40
4	Redução Gradual	200 x 65	1	0,15	0,15
5	Te c/ Flanges	200	1	1,80	1,80
6	Curva 90°	200	2	0,40	0,80
				<b>Total</b>	<b>5,65</b>

$$H_{Ls} = 258,60 Q_e^2$$

As perdas localizadas na sucção são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**BARRILETE DE RECALQUE**
**Características Gerais:**

Material:	FoFo
DN:	150
De =	0,17 m
Ex <sub>ferro</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>cimento</sub> =	0,0025 m
Di =	0,155 m
L <sup>2</sup> =	16,00 m
k (rugosidade) =	0,0001 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>



**Perdas Localizadas no Barrilete de Recalque**

Item	Descrição	DN (mm)	Quant.	K	Kt
1	Ampliação Gradual	40 X 150	1	0,30	0,30
2	Válvula de retenção	150	1	2,50	2,50
3	Registro de Gaveta	150	1	0,20	0,20
3	Valvula Borboleta	150	1	0,30	0,30
4	Curva de 90°	150	5	0,40	2,00
5	Te c/ Flanges	150	1	1,80	1,80
$H_{Ls} = 1028,39 Q_B^2$				<b>Total</b>	<b>7,10</b>

As perdas localizadas no recalque são determinadas pela fórmula acima, onde Q é a vazão d'água.

**LINHA DE RECALQUE**

**Características Gerais**

Material:	PVC
DN:	150
De =	0,17 m
Ex <sub>interno</sub> =	0,0052 m
Ex <sub>externo</sub> =	0,0025 m
Di =	0,155 m
L =	1580,00 m
k (rugosidade) =	0,00003 m
v (viscosidade) =	0,000001004 m <sup>2</sup> /s
g =	9,806 m/s <sup>2</sup>

**Pontos de Trabalho:**

A seguir são apresentados os pontos de funcionamento das bombas escolhidas para cada etapa do projeto. Este ponto foi determinado através da intersecção da curva do Sistema com a curva da Bomba selecionada.

P/ Na med	1ª Etapa		2ª Etapa		3ª Etapa	
	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Hman(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)
	62,97	60,70	65,12	68,60	70,81	86,40

**Verificação do NPSH na 1ª Etapa**

Vazão Med(m <sup>3</sup> /h):	60,7
Alt. Sucção (m):	1,2
P <sub>atm</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,95
P <sub>vapor</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0752
H <sub>f</sub> Med (m):	0,082

NPSH Requerido 1ª Etapa(m): **NPSH Disponível 1ª Etapa(m): 7,47**

Para Na med = 5,1

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**

**Verificação do NPSH na 2ª Etapa**

Vazão Med(m <sup>3</sup> /h):	68,6
Alt. Sucção (m):	1,2
P <sub>atm</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,95
P <sub>vapor</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0752
H <sub>f</sub> Med (m):	0,105

NPSH Requerido 2ª Etapa(m): **NPSH Disponível 2ª Etapa(m): 7,44**

Para Na med = 6,0

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**



### Verificação do NPSH na 3ª Etapa

Vazão Med ( $m^3/h$ )	86,40
Alt. Sucção (m)	1,2
Patm ( $Kgf/cm^2$ )	0,95
Pvapor ( $Kgf/cm^2$ )	0,0752
Hf. Med (m)	0,166

NPSH Requerido 3ª Etapa(m): **NPSH Disponível 3ª Etapa(m): 7,38**  
Para Na med = 3,8

O NPSH Disponível é superior ao Requerido. **OK**

### POTÊNCIA DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBAS SELECIONADOS

A seguir são descritos os conjuntos elevatórios selecionados para cada etapa do projeto. As curvas das bombas escolhidas para cada etapa são mostradas nos gráficos adiante.

1ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na med
<b>Tipo KSB Meganorm 40-200 Rotor 199 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	60,50
Rendimento do Motor(%)	87,00
Vazão (l/s)	16,86
Altura Manométrica (m)	62,97
Potencia Teórica (+10%) (cv)	29,58
Potencia Adotada (cv)	30

2ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na med
<b>Tipo KSB Meganorm 40-200 Rotor 209 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	59,00
Rendimento do Motor(%)	87,00
Vazão (l/s)	19,06
Altura Manométrica (m)	65,12
Potencia Teórica (+10%) (cv)	35,46
Potencia Adotada (cv)	40

3ª Etapa	
<b>Características:</b>	
<b>Bomba Centrífuga com corpo espiral dividido radialmente</b>	P/ Na med
<b>Tipo KSB Meganorm 50-200 Rotor 190 - 3500 rpm - 60Hz</b>	
Rendimento da Bomba(%)	71,00
Rendimento do Motor(%)	87,00
Vazão (l/s)	24,00
Altura Manométrica (m)	70,81
Potencia Teórica (+10%) (cv)	40,35
Potencia Adotada (cv)	50



A seguir descreveremos as fórmulas utilizadas nas planilhas de dimensionamento dos conjuntos elevatórios, bem como todas as variáveis usadas nas equações.

♦ **DEMANDA**

A Demanda requerida pela população está presente no primeiro quadro conforme cada etapa estudada. As fórmulas utilizadas para cálculo das demandas foram:

$$De_{med} = \frac{P \times c \times a}{86400}$$

$$De_{max} = D_{med} \times 1,2 \times \frac{24}{Hb}$$

onde:

$De_{med}$  = Demanda média (l/s);

$P$  = População;

$c$  = Per Capita;

$a$  = nível de atendimento;

$De_{max}$  = Demanda máxima (l/s);

$Hb$  = horas de bombeamento

♦ **CÁLCULO DA ALTURA GEOMÉTRICA**

Para o cálculo da altura geométrica temos:

$$Hg_{MAX} = NA_{MAX} (Re calque) - NA_{MIN} (Sucção)$$

$$Hg_{MIN} = NA_{MAX} (Re calque) - NA_{MAX} (Sucção)$$

$$Hg_{MED} = \frac{Hg_{MAX} + Hg_{MIN}}{2}$$

onde:

$NA_{MAX}$  = nível d'água máximo;

$NA_{MIN}$  = nível d'água mínimo;

$Hg_{MAX}$  = desnível geométrico máximo;

$Hg_{MIN}$  = desnível geométrico mínimo;

$Hg_{MED}$  = desnível geométrico médio.



◆ **PERDAS DE CARGA**

• **Perdas de Carga Distribuídas**

As perdas distribuídas para os barriletes de sucção e recalque e linha de recalque são

determinadas pela fórmula Universal  $h_f = f \times \frac{L \times v^2}{D \times 2g}$  onde:

$h_f$  = perda de carga distribuída (m);

$f$  = coeficiente de atrito do material;

$L$  = comprimento da tubulação (m);

$D$  = diâmetro da tubulação (m);

$v$  = velocidade da água na tubulação (m/s);

$g$  = aceleração da gravidade ( $m/s^2$ ).

O coeficiente de atrito é calculado através da fórmula de Swamme-Jain, como segue:

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}, \text{ onde;}$$

$\varepsilon$  = rugosidade do material

$D$  = diâmetro

$Re$  = número de Reynolds

• **Perdas de Carga Localizadas**

De um modo geral as perdas localizadas podem ser expressas sob a forma  $h = K \times \frac{v^2}{2g}$ , equação geral para qual o coeficiente  $K$  é relacionado a determinada peça ou acessório da tubulação.

Por conseguinte, tanto as perdas localizadas no barrilete de Sucção quanto no barrilete de Recalque são determinadas da seguinte forma:

$$H_{LS} = K_l \times \frac{v^2}{2g} \longrightarrow H_{LS} = K_l \times \left( \frac{8 \times Q^2}{\pi^2 \times D_l^4 \times g} \right)$$



onde:

$H_{LS}$  = perdas localizadas (m);

$Kt$  = soma dos valores de  $K$  para as diversas peças envolvidas;

$Q$  = vazão ( $m^3/s$ );

$D_i$  = diâmetro interno (m);

$g$  = aceleração da gravidade ( $m/s^2$ ).

Perdas localizadas podem ser desprezadas nas tubulações longas cujo comprimento exceda cerca de 4.000 vezes o diâmetro e em canalizações em que a velocidade é baixa. Assim, por exemplo, as perdas localizadas podem não ser levadas em conta nos cálculos das linhas adutoras e redes de distribuição (Azevedo Netto). Entretanto para um dimensionamento mais completo, as perdas localizadas na linha de recalque foram consideradas iguais a 5% do valor das perdas distribuídas.

#### ♦ VERIFICAÇÃO DO NPSH

A sigla NPSH do inglês "Net Position Suction Head" é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção, ou seja, a carga positiva e efetiva na sucção. São dois os valores a considerar. O NPSH requerido é uma característica hidráulica da bomba, sendo fornecido pelo fabricante. Já o NPSH disponível pode ser calculado pela equação:

$$NPSH_{DISPONÍVEL} = \pm H + \frac{P_{atm} - P_{vapor}}{\gamma} \times 10 - h_{sucção}, \text{ onde:}$$

$+H$  = carga ou altura de água na sucção (entrada afogada);

$-H$  = altura de aspiração;

$P_{atm}$  = pressão atmosférica ( $kgf/cm^2$ );

$P_{vapor}$  = pressão de vapor ( $kgf/cm^2$ );

$\gamma$  = peso específico;

$h_{sucção}$  = soma de todas as perdas de carga na sucção

Para um bom funcionamento da bomba é necessário que :  $NPSH_{disponível} \geq NPSH_{requerido}$ .



◆ **POTÊNCIA DO CONJUNTO ELEVATÓRIO**

A potência do conjunto elevatório é dada pela fórmula.

$$P = \left( \frac{\gamma \times Q \times H_{MAN}}{75 \times \eta} \right) \times 1,10, \text{ onde:}$$

$\gamma$  = peso específico do líquido;

$Q$  = vazão;

$H_{MAN}$  = altura manométrica;

$\eta$  = rendimento global do conjunto elevatório =  $\eta_{bomba} \times \eta_{motor}$

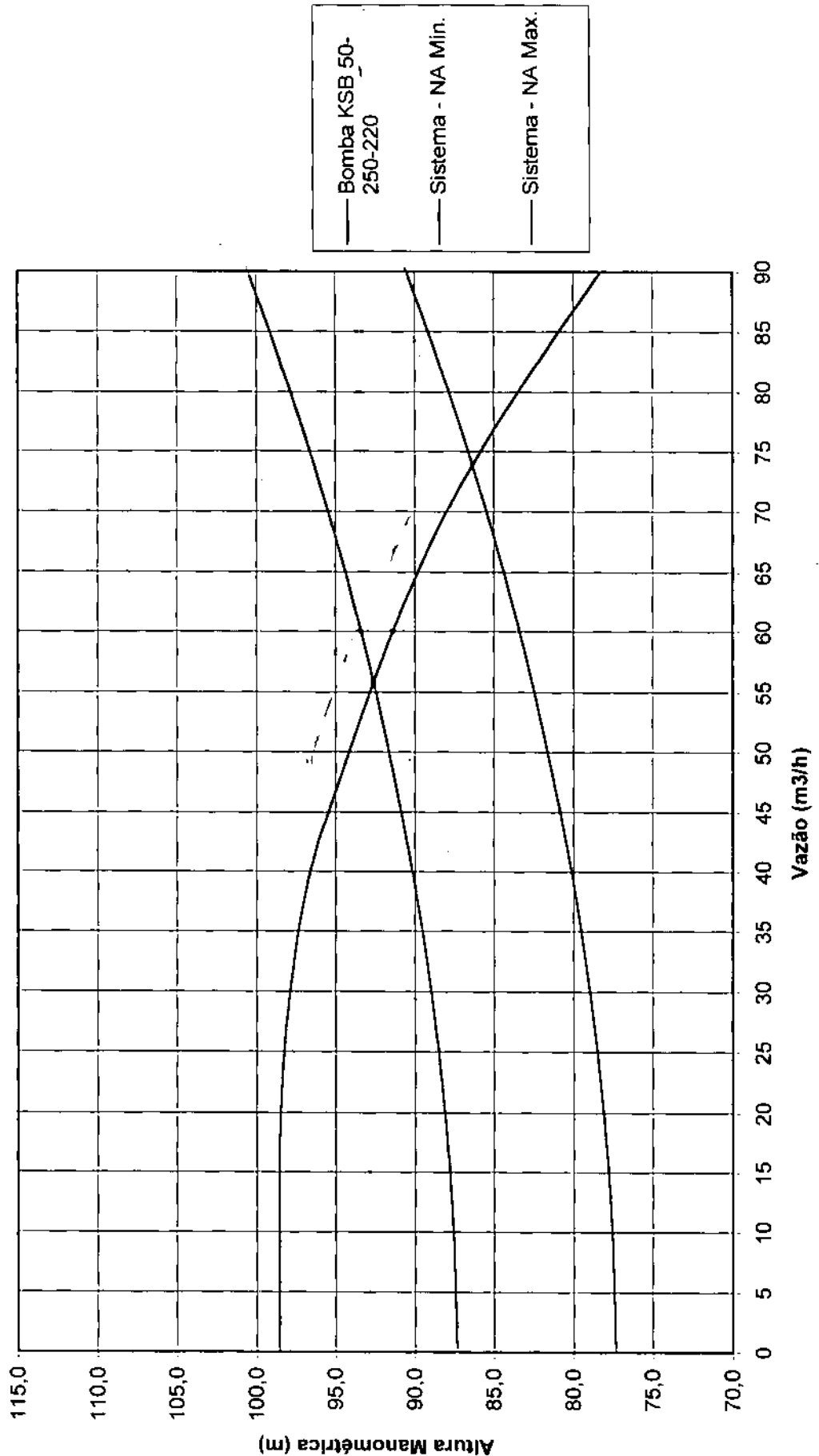
Na prática admite-se uma certa folga para os motores elétricos, sendo esta de 10% para motores que trabalhem com bombas de mais de 20 cvs.



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

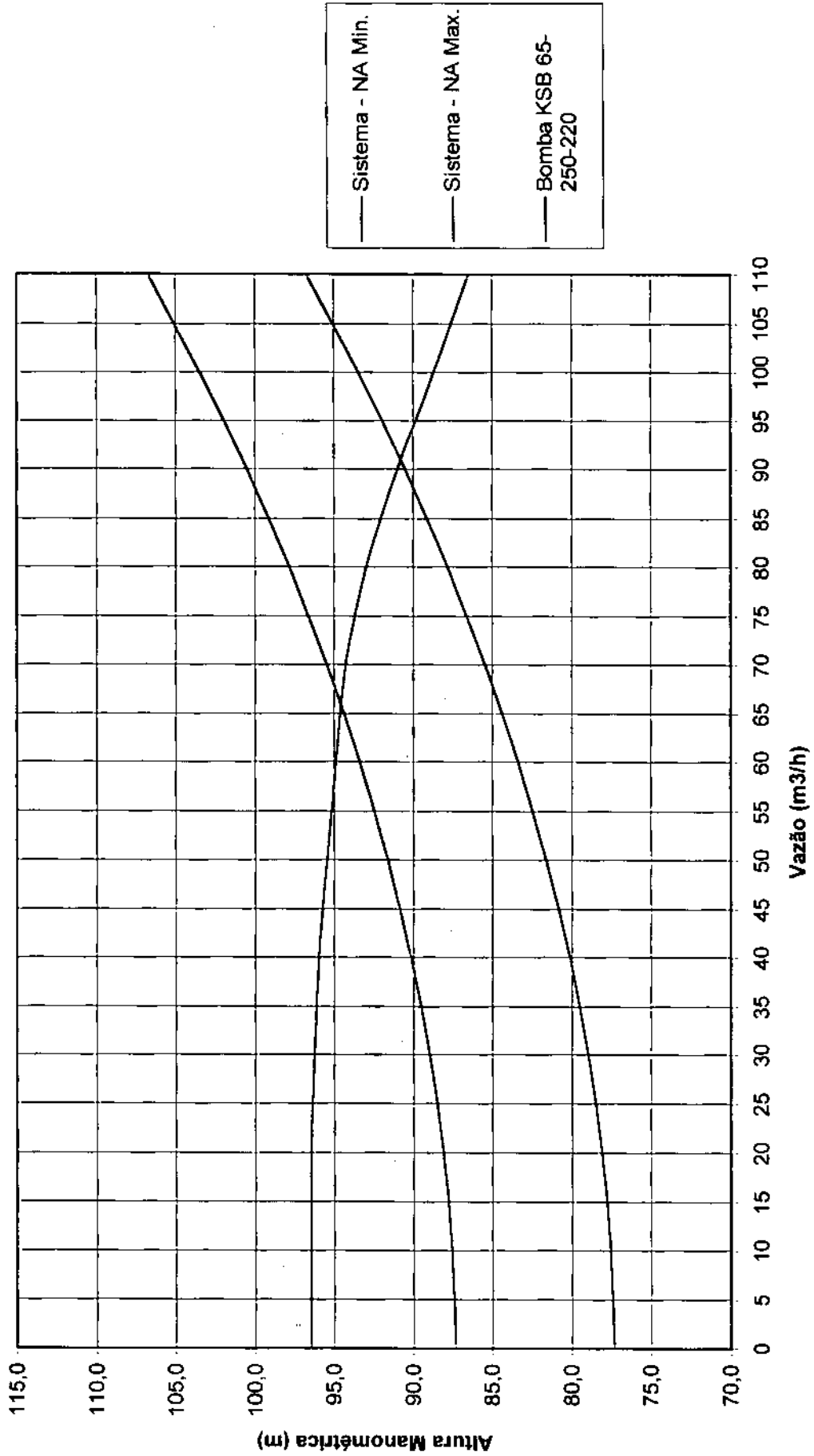
## **ANEXO III - CURVAS CARACTERÍSTICAS DAS BOMBAS CENTRÍFUGAS**

**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (1º Etapa)  
CAPTAÇÃO**



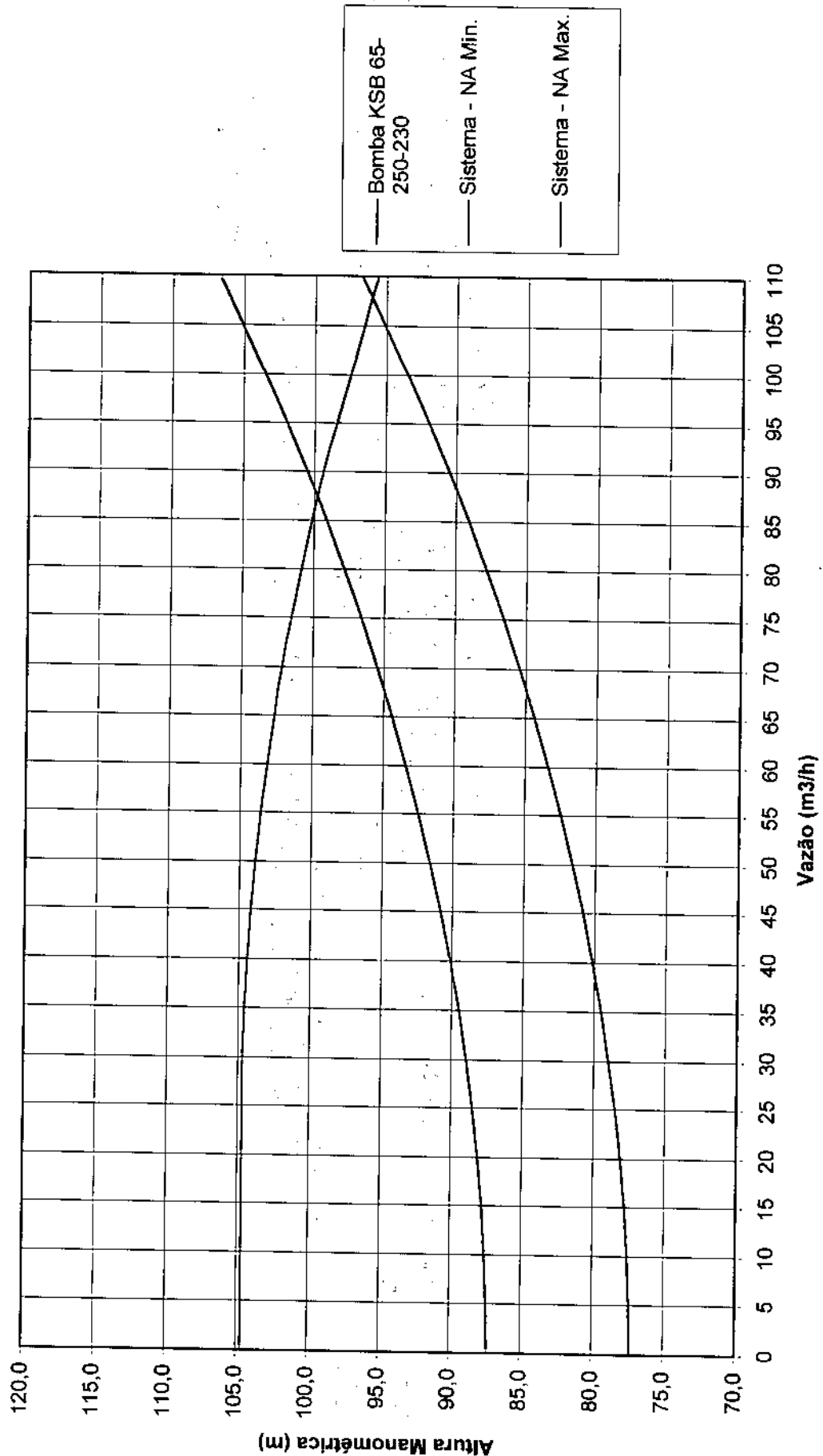


**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (2º Etapa)  
CAPTAÇÃO**

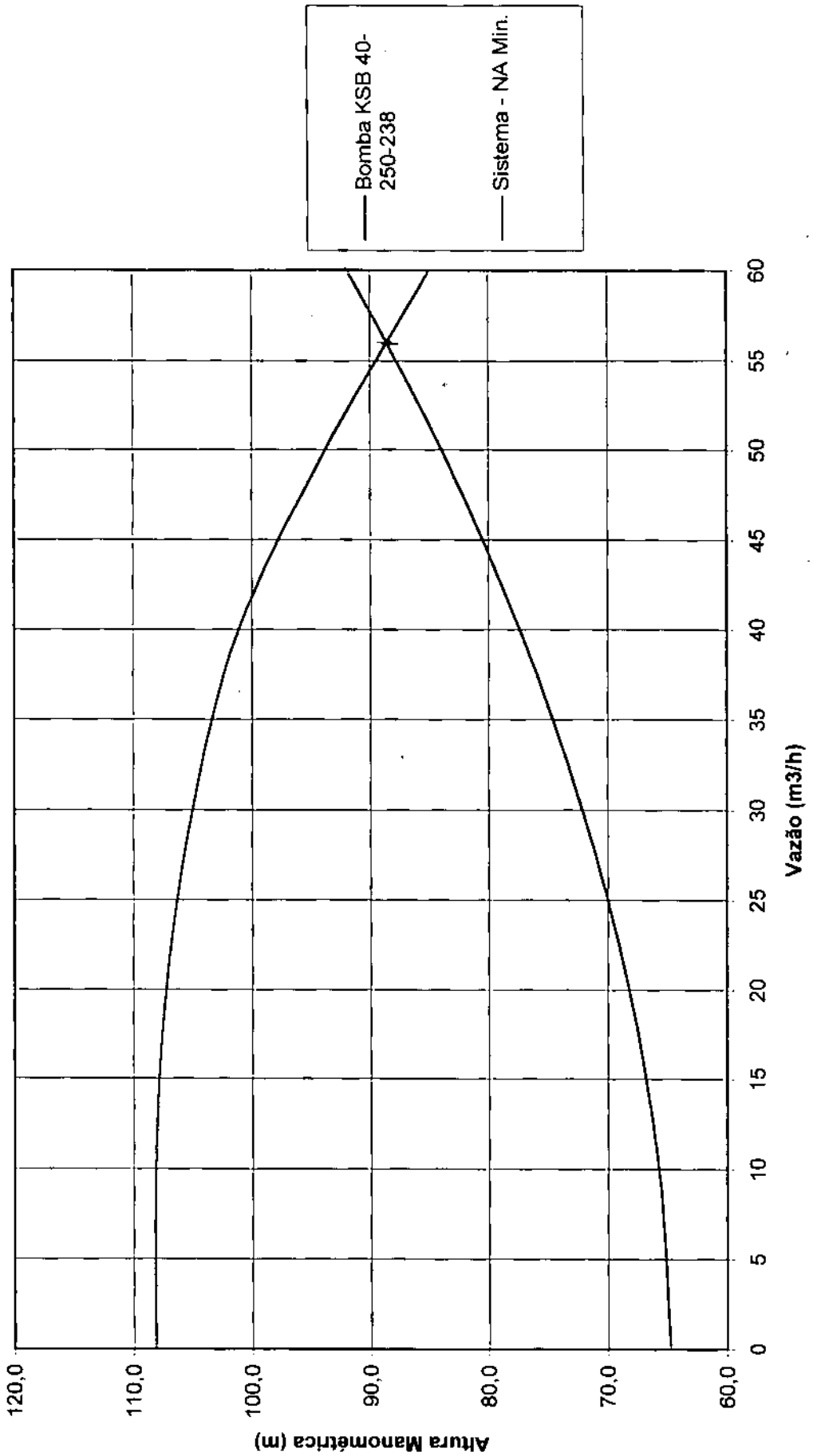




**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (3º Etapa)  
CAPTAÇÃO**

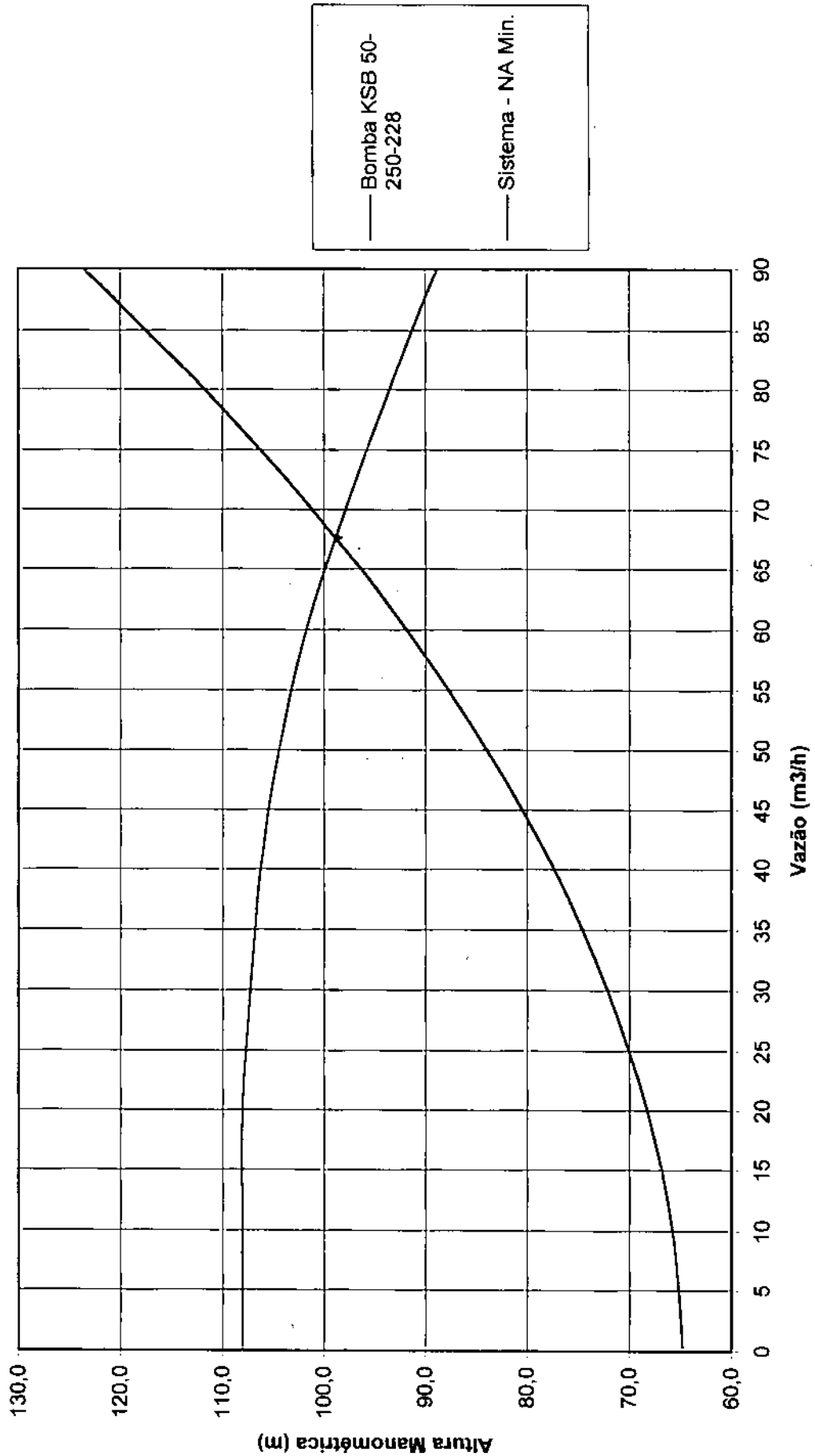


**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (1º Etapa)**  
**EB - 1**





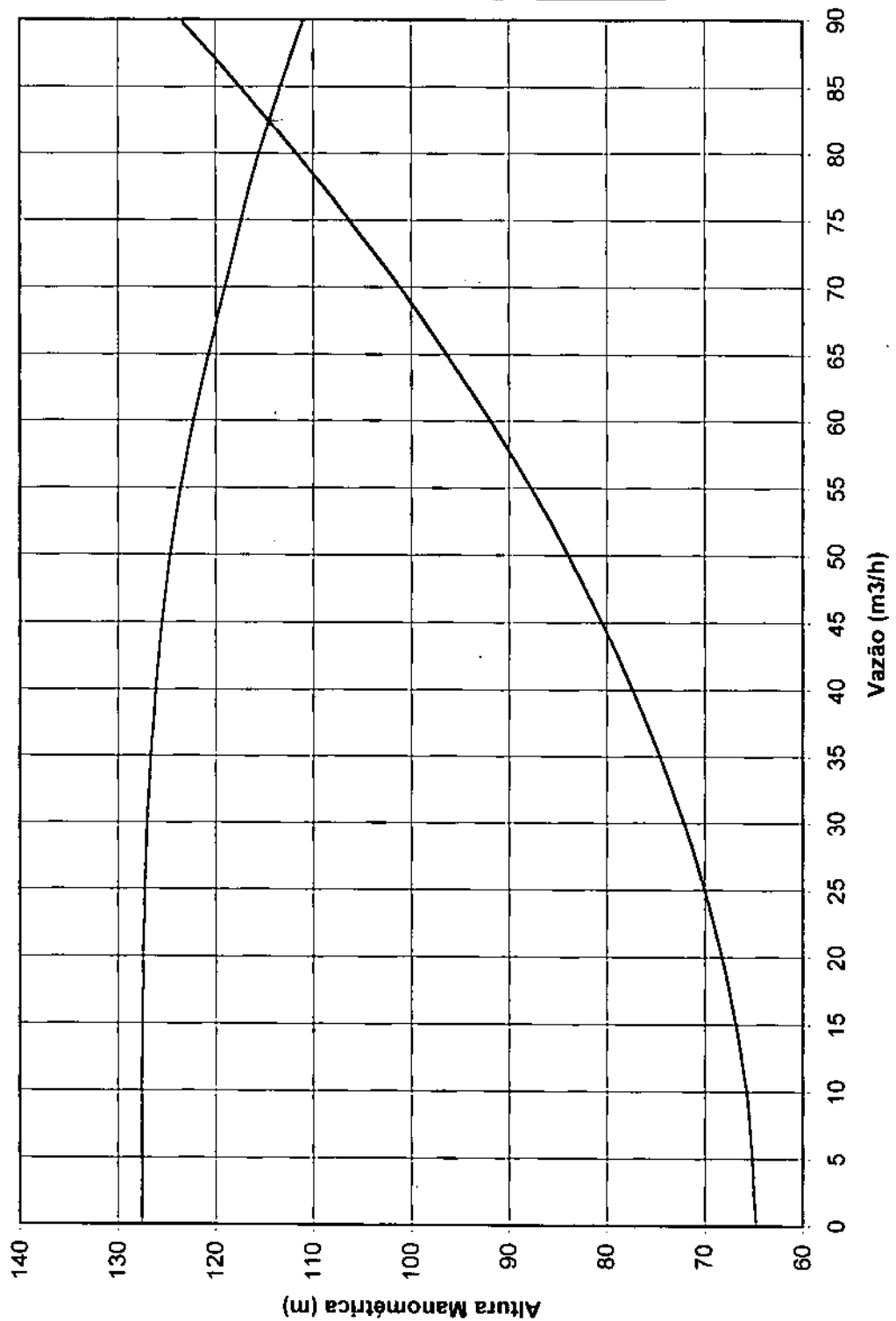
**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (2º Etapa)**  
**EB - 1**



MC\_EBT\_C01.RB(GM\_EB1\_2E1)

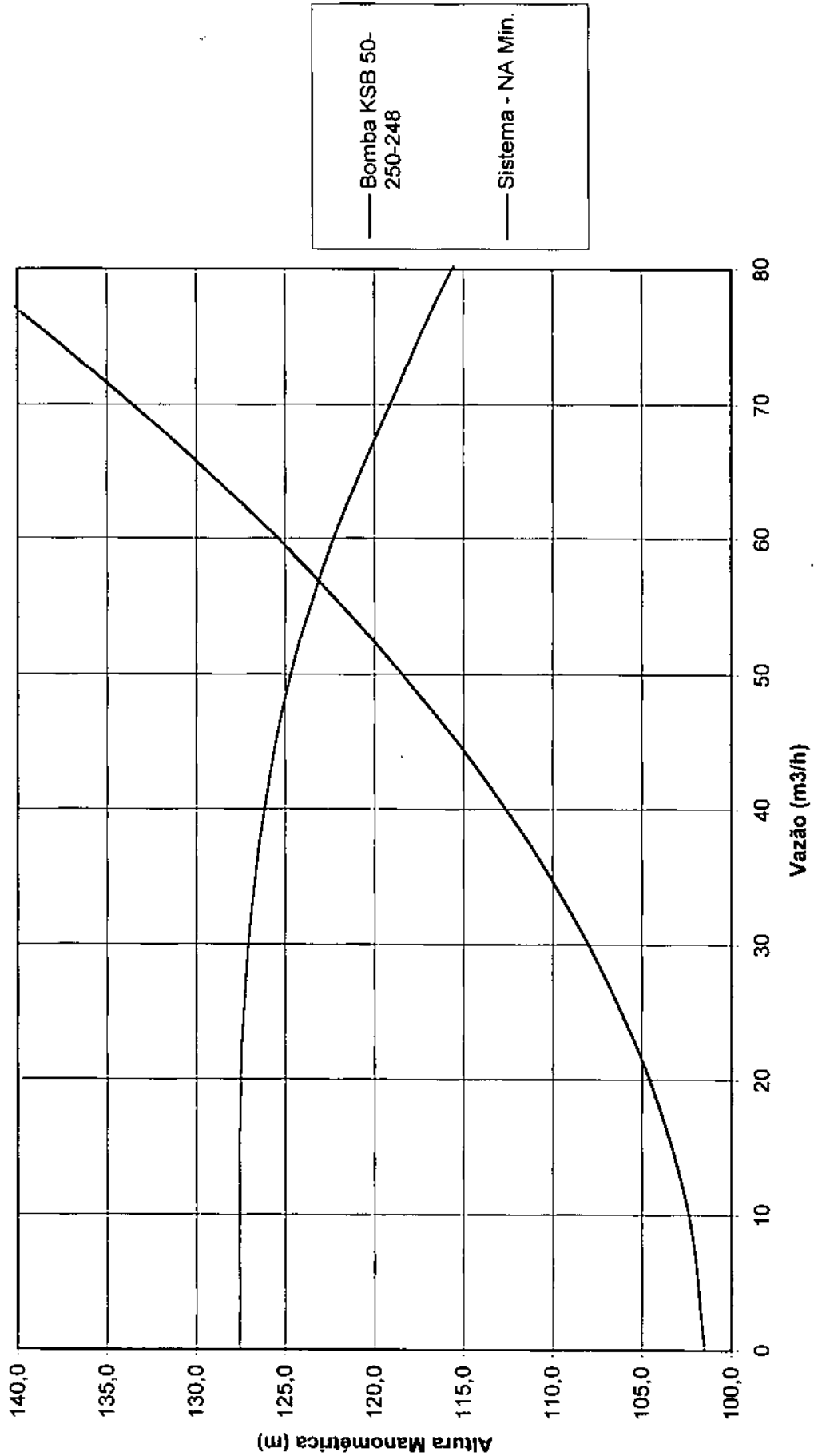


**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (3º Etapa)**  
**EB - 1**



— Bomba KSB 50-250-248  
— Sistema - NA Min.

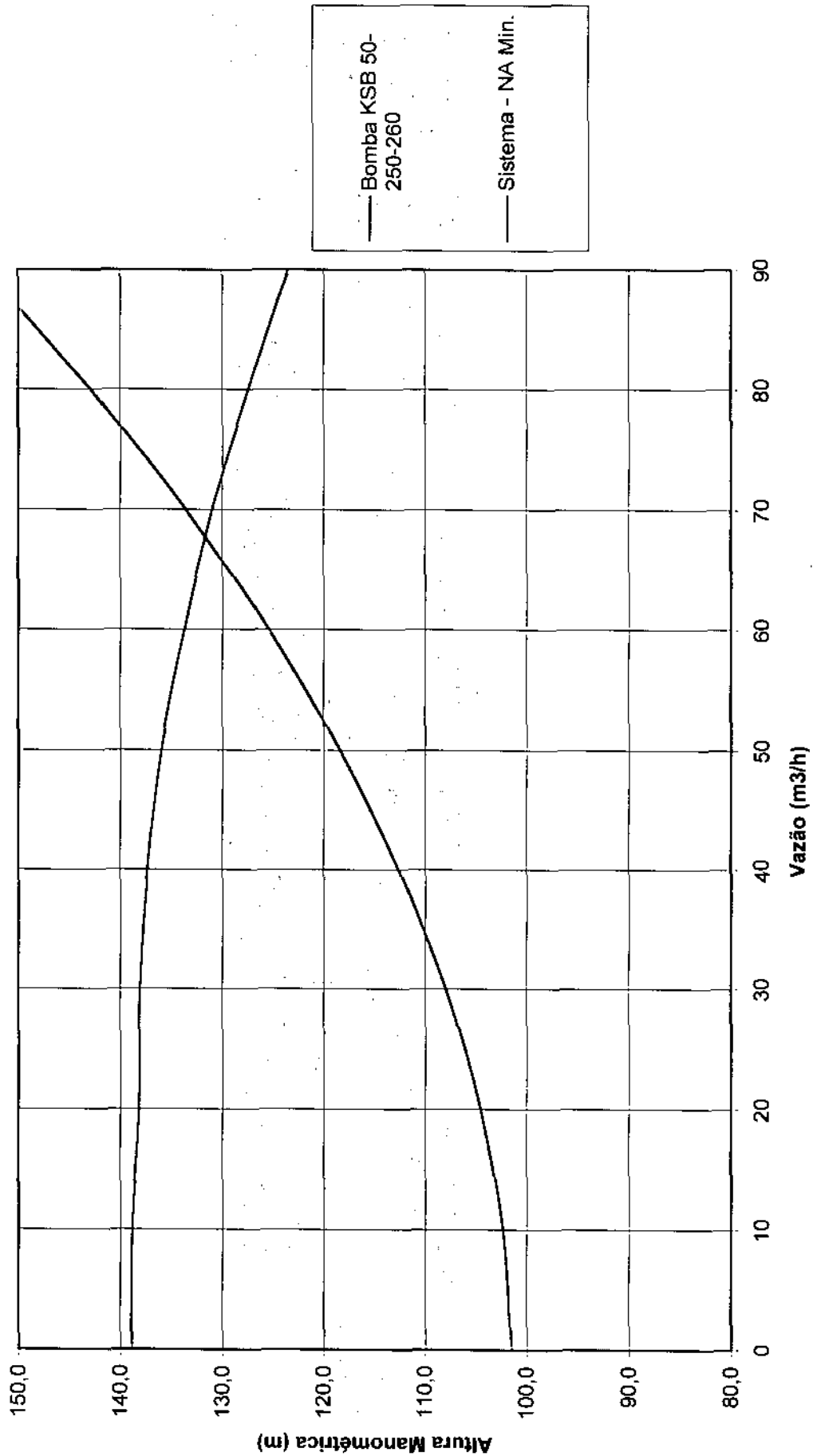
**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (1º Etapa)**  
**EB - 2**



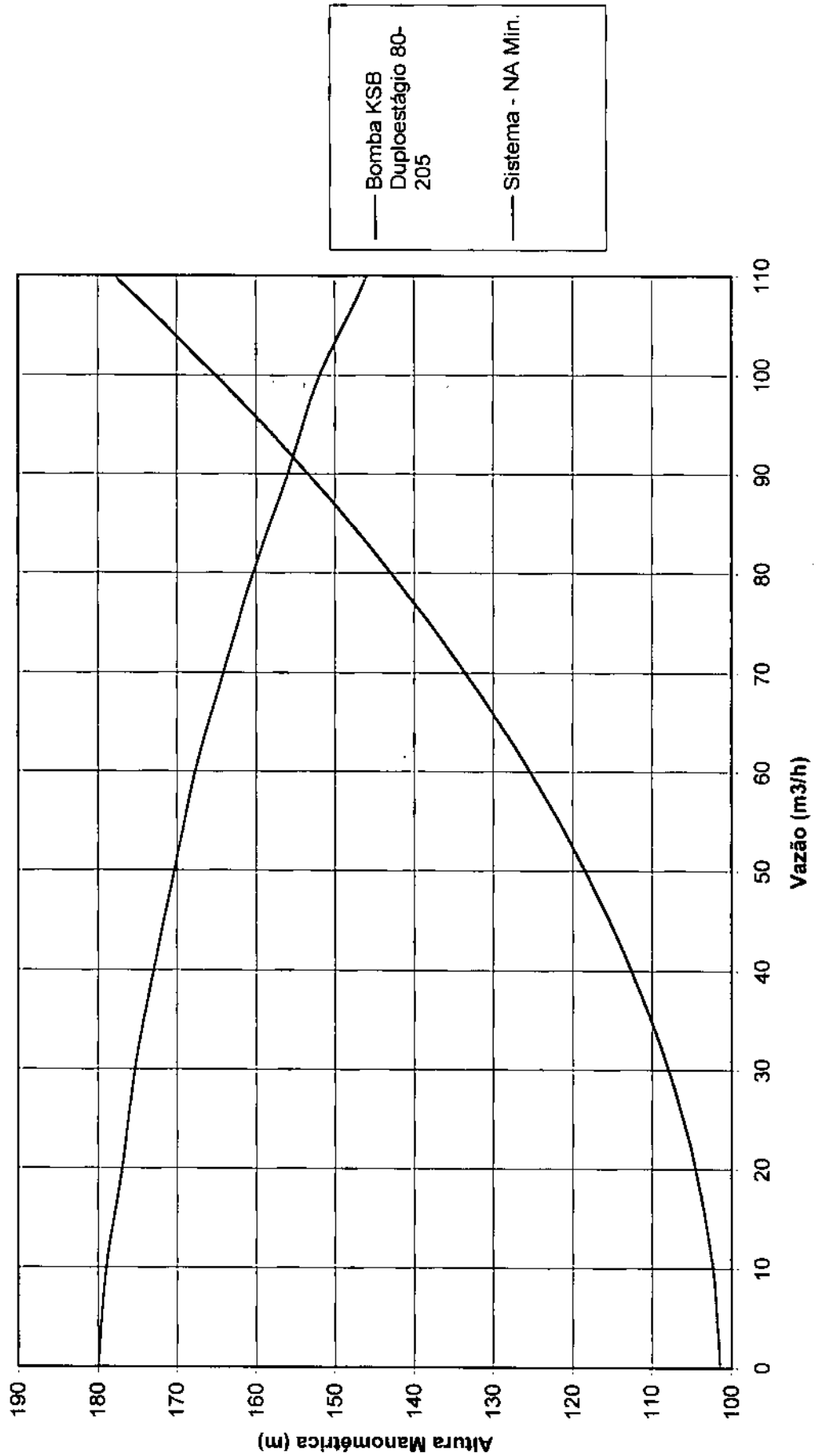
MC\_EB2\_Curva(0m, EB2\_1E)

**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (2º Etapa)**

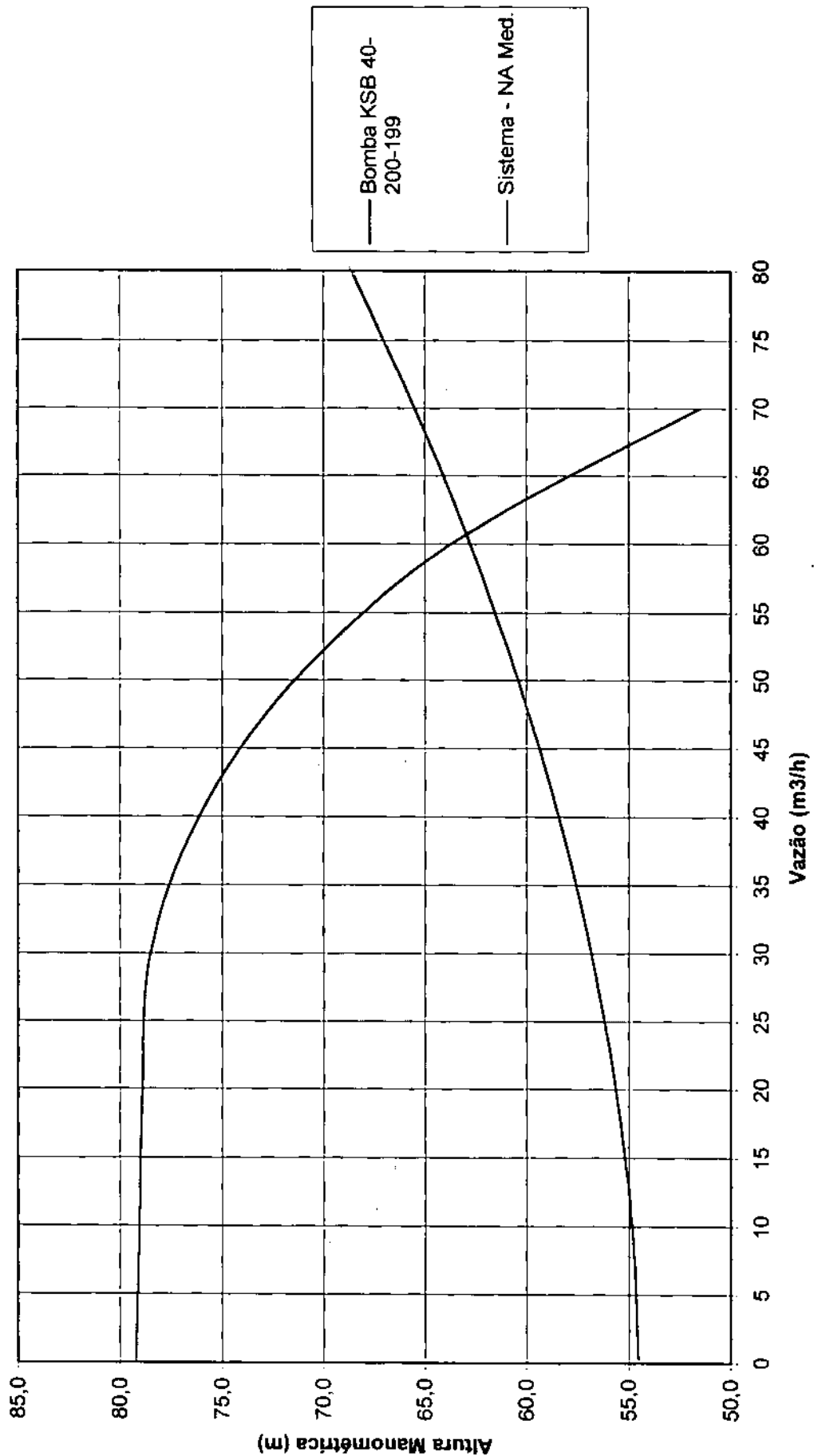
**EB - 2**



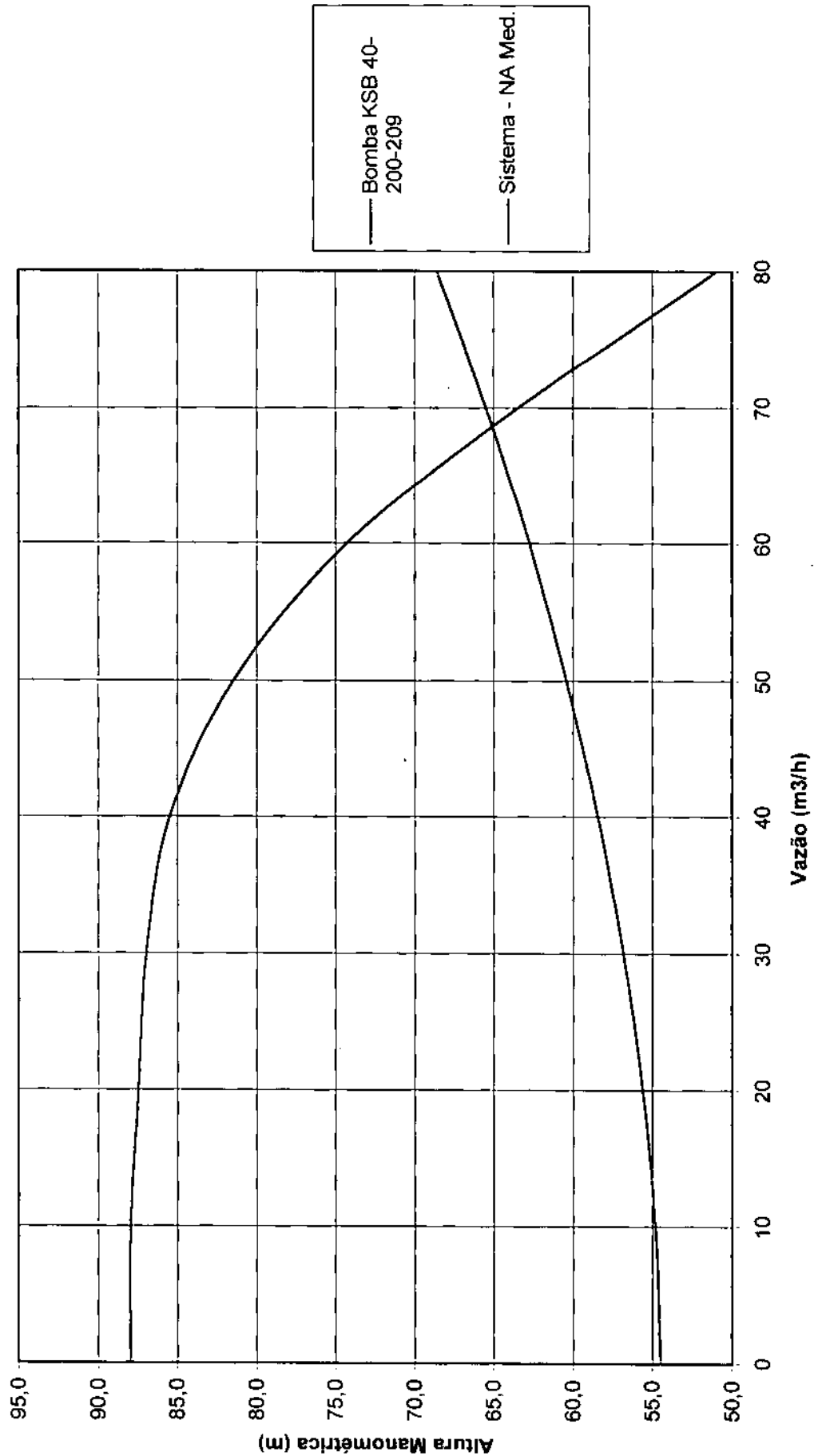
**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (3º Etapa)**  
**EB - 2**



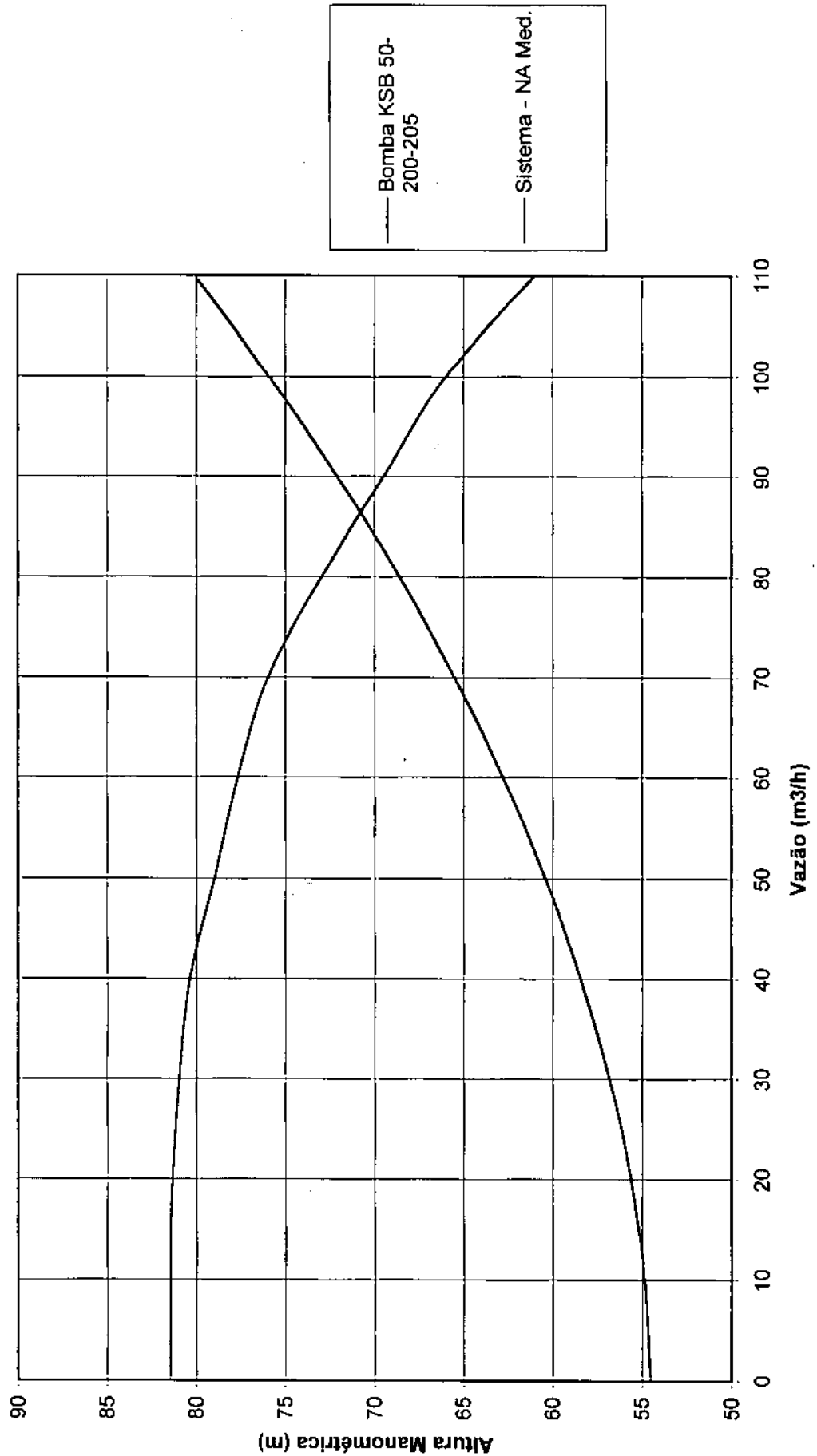
**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (1º Etapa)  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EE-AT**



**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (2º Etapa)  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EE-AT**



**CURVA DA BOMBA x CURVA DO SISTEMA (3ª Etapa)  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EE-AT**







GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

---

**ANEXO IV - LAUDOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DO  
AÇUDE RIVALDO DE CARVALHO**

LAUDO N° 753/ 01

Interessado	GOA -Gerenciamento e Operação de Água
Procedência	Açude Rivaldo de Carvalho - Catarina/CE

Data da Entrega: 22.05.01	Data da Coleta: 21.05.01	Temperatura na coleta:	—
---------------------------	--------------------------	------------------------	---

Tipo de Análise		X	Físico - química	X	Bacteriológica
ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS		UNIDADE	POTABILIDADE	PADRÃO	
				POTABILIDADE	RESULTADO
pH				6,5 - 9,5	8,4
Cor		(uH)		15	97
Turbidez		(UT)		5	18
Alcalinidade Total		(mgCaCO <sub>3</sub> /L)		---	153,1
Alcalinidade em Hidróxido		(mgCaCO <sub>3</sub> /L)		---	9,1
Alcalinidade em Carbonato		(mgCaCO <sub>3</sub> /L)		---	144,0
Alcalinidade em Bicarbonato		(mgCaCO <sub>3</sub> /L)		---	153,1
Dureza Total		(mgCaCO <sub>3</sub> /L)		500	129,5
Cálcio		(mgCa/L)		---	21,5
Magnésio		(mgMg/L)		---	18,4
Cloretos		(mgCl/L)		250	74,6
Ferro		(mgFe/L)		0,3	0,04
Sólidos Totais		(mg/L)		---	317
Sulfatos		(mgSO <sub>4</sub> /L)		250	Não Detectável
Nitratos		(mgN/L)		10	0,34
Nitritos		(mgN/L)		1	0,004
Amônia		(mgN/L)		1,5	1,1
Sódio		(mgNa/L)		200	59,3
Potássio		(mgK/L)		---	14,2
Condutividade		(µS/cm)		---	510
Sólidos totais dissolvidos		(mg/L)		1000	255
Clorofila "A"		(µg/L)		---	0,06
Fósforo Total		(mgP/L)		---	0,13
<b>ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS</b>					
Coliformes Fecais		NMP/1000		Zero	1300

**Conclusão:** Dentro das análises efetuadas, a amostra apresentou turbidez e NMP de coliformes fecais em desacordo com os padrões de potabilidade.

Fortaleza, 31 de maio de 2001.

*Magda Maria Marinho Almolda*  
Responsável pelas Análises  
Magda Maria Marinho Almolda  
Química Industrial C.R.O. 01200722

*Jose Alvaro S. de Souza*  
Gerente do NUAM  
Gerente do Núcleo de Análises e Monitoramento

(\*) Padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 1469 do Ministério da Saúde

OBS: Os resultados das análises respondem pelas amostras recebidas

Amostra coletada pelo interessado.



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

## ANEXO V - REGISTRO FOTOGRÁFICO



**FOTO 01/30 - TRECHO FINAL DA ADUTORA DE CATARINA, AO FUNDO, VISTA DO RESERVATÓRIO ELEVADO, INTEGRANTE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA GERENCIADO PELA CAGECE.**



FOTO 02/30 - VISTA DO RESERVATÓRIO DO SAA DE CATARINA.



FOTO 03/30 - VISTA GERAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE CATARINA.

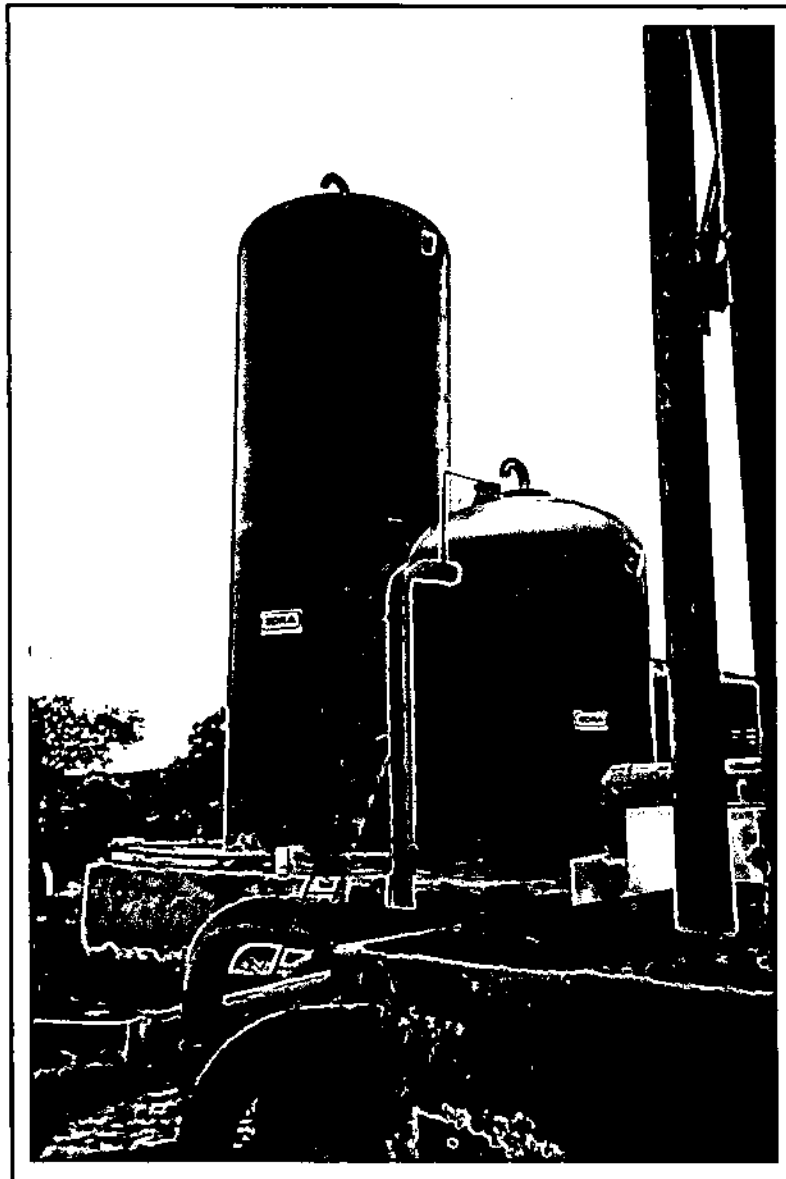


FOTO 04/30 - VISTA DO SISTEMA DE FILTRAGEM E DESSANILIZAÇÃO IMPLANTADA PARA O TRATAMENTO D'ÁGUA DE CATARINA, QUE APRESENTA ELEVADOS TEORES SALINOS.

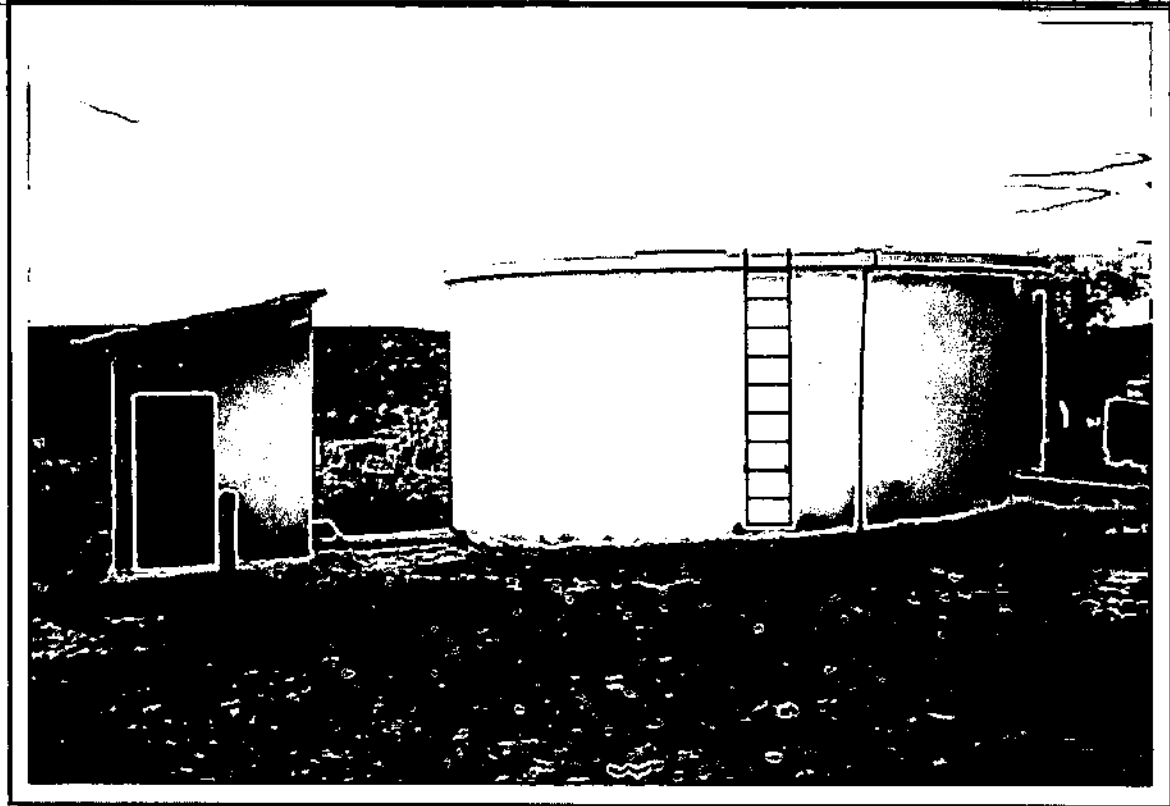


FOTO 05/30 - VISTA DO RESERVATÓRIO DE REUNIÃO E ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO, CUJO FUNCIONAMENTO É DE 12 h, INTEGRANTES DO SAA DE CATARINA.



FOTO 06/30 - VISTA GERAL DA ATUAL FONTE HÍDRICA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE CATARINA, QUE, COMO PODE SER VISUALIZADO NA FOTOGRAFIA, APRESENTA VOLUME DE ACUMULAÇÃO BASTANTE REDUZIDO ALÉM DA QUALIDADE DA ÁGUA APRESENTAR ELEVADOS TEORES DE SAL.





**FOTOS 07 e 08/30 - VISTA DO PEQUENO AÇUDE EXISTENTE EM CATARINA QUE INTEGRA O SISTEMA COMPLEMENTAR DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA, POIS EM ANOS SECOS, TRANSFERE VAZÃO PARA A FONTE HÍDRICA ATUAL DO SISTEMA.**

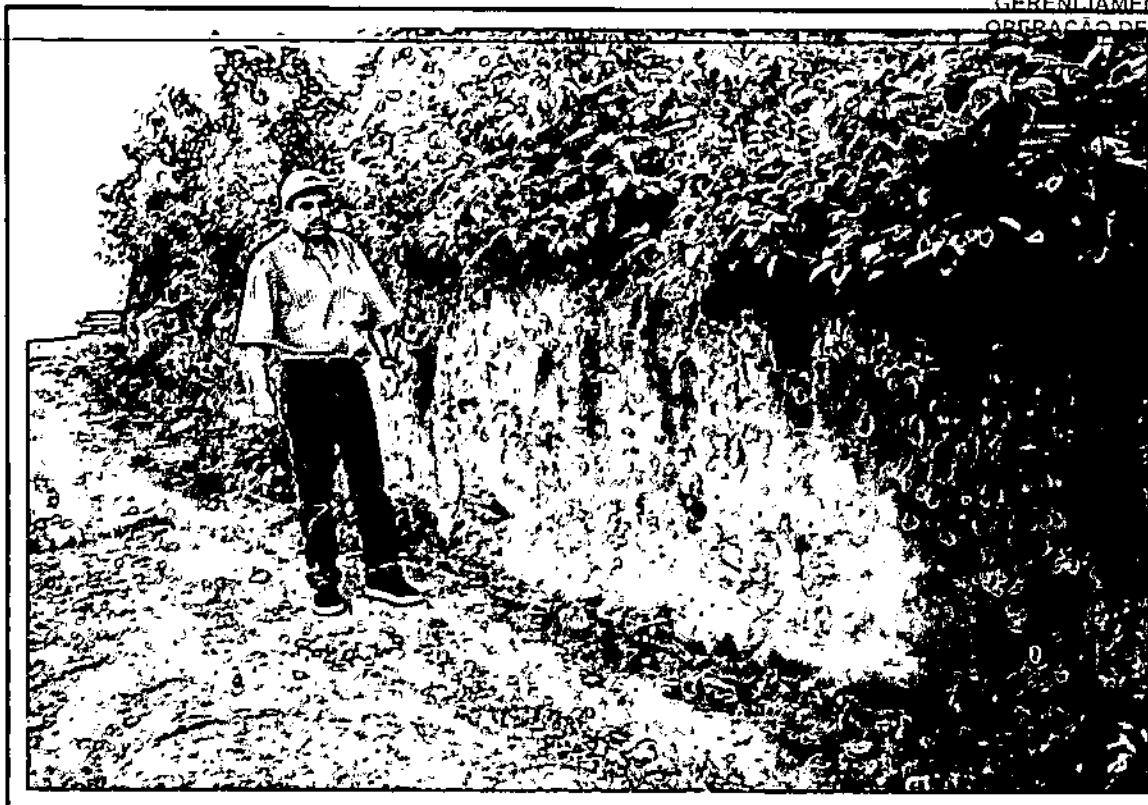




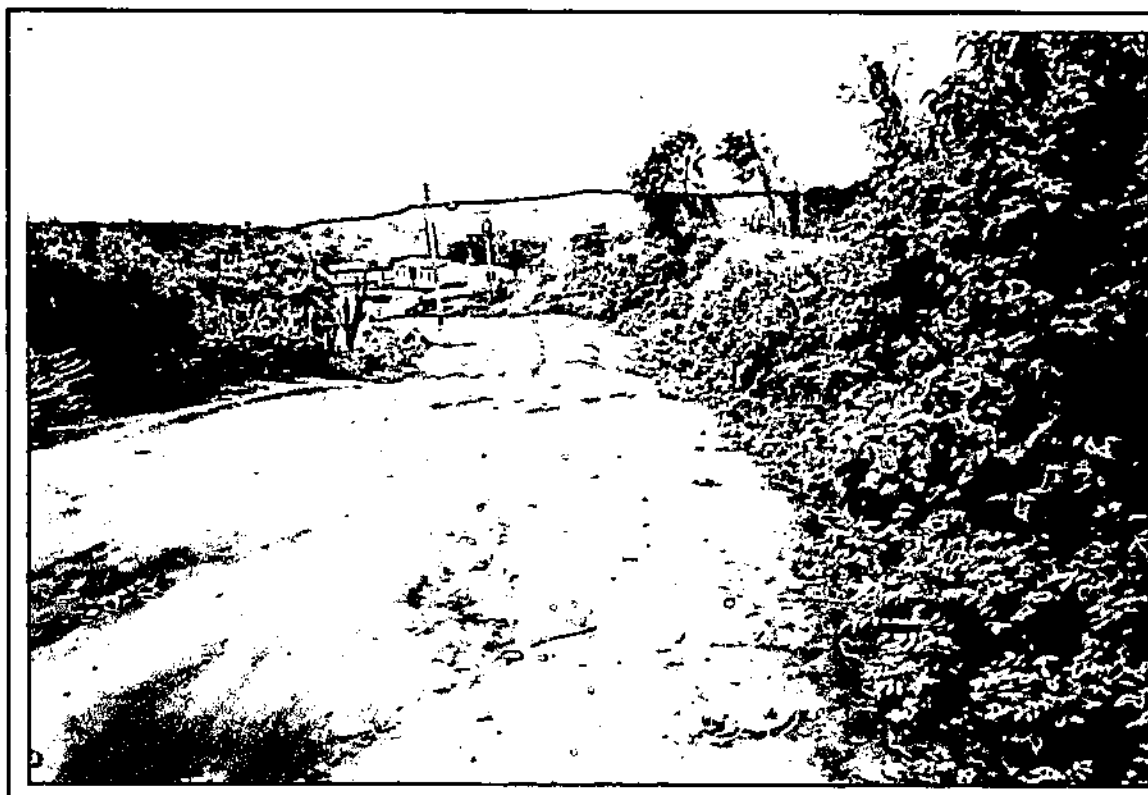
FOTO 09/30 - VISTA DO TIPO DE SOLO ENCONTRADO NA ESTRADA, QUE SOFREU PROCESSO DE CORTE E RASPAGEM, JÁ APRESENTANDO AFLORAMENTO ROCHOSO NA SUA SUPERFÍCIE.



FOTO 10/30 - VISTA DO TIPO DE SOLO ENCONTRADO AO LONGO DO PERCURSO DO SISTEMA ADUTOR, GARANTINDO A VIABILIDADE ECONÔMICA DA ADUTORA SER ENTERRADA NA SUA MAIOR PARTE.



**FOTO 11/30** - VISTA DO TIPO DE SOLO ENCONTRADO AO LONGO DO PERCURSO DO SISTEMA ADUTOR, PODE VERIFICAR-SE PELO PERFIL DO TERRENO, QUE NA PROFUNDIDADE DESEJADA PARA ATERRAR A ADUTORA, ENCONTRA-SE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA, O QUE NÃO ACONTECE NO LEITO DA ESTRADA, QUE APRESENTA AFLORAMENTO ROCHOSO.



**FOTO 12/30** - VISTA DO TRAÇADO DA ADUTORA QUE ACOMPANHARÁ O PERCURSO QUE LIGA O DISTRITO DE SÃO GONÇALO, ONDE ESTÁ LOCALIZADO O AÇUDE RIVALDO DE CARVALHO, FONTE HÍDRICA SELECIONADA PARA O PROJETO, E SEDE DO MUNICÍPIO DE CATARINA. NAS PROXIMIDADES DA LOCALIDADE SÍTIO SÃO BENTO, A APROXIMADAMENTE 8 km DE CATARINA.



FOTO 13/30 - VERIFICAÇÃO DE TRECHO COM AFLORAMENTO ROCHOSO NAS PROXIMIDADES DA SEDE MUNICIPAL DE CATARINA - CUIDADOS QUANDO DA EXECUÇÃO DO PROJETO/ DEFINIÇÃO DO LANÇAMENTO/ TRAÇADO DA ADUTORA.

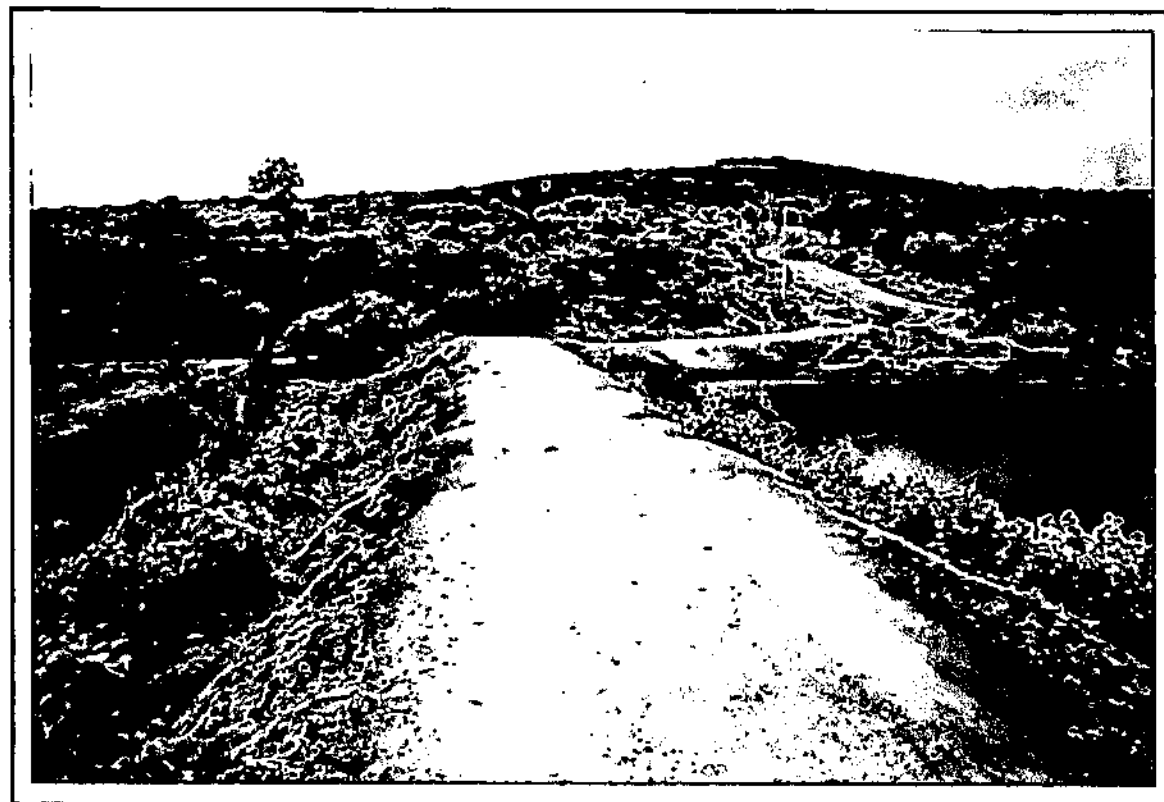


FOTO 14/30 - LOCAL ONDE A ADUTORA DEVERÁ SER DESVIADA OU APRESENTAR TRECHOS AÉREO, POIS, COMO PODE VERIFICAR-SE NA FOTO, O MESMO MOSTRA A PRESENÇA DE TRECHO ALAGÁVEL.



GERENCIAMENT  
OPERAÇÃO DE Á



FOTOS 15 e 16/30 - LOCAL SELECIONADO PARA IMPLANTAÇÃO DO RESERVATÓRIO DE COMPENSAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR QUE ABASTECERÁ O SAA DE CATARINA, GRAVITARIAMENTE EM UM PERCURSO DE 8km ATÉ A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA DA CAGECE. DEVERÁ SER IMPLANTADO EM TORNO DA COTA 615 m.





GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

## ANEXO VI - ORÇAMENTO DETALHADO



SRH -----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO I (EST. 0 A 50+4,00)				
RESUMO DOS INVESTIMENTOS - TRECHO I				
ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	TOTAL DO ITEM	ACUMULADO	% SOBRE O TOTAL
1.0.0	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO	53.944,40	53.944,40	24,64
2.0.0	SERVIÇOS PRELIMINARES	1.084,32	55.028,72	0,50
3.0.0	OBRA CIVIL			
3.1.0	ADUTORA	7.559,77	62.588,49	3,45
3.2.0	UNIDADE FLUTUANTE	9.720,00	72.308,49	4,44
4.0.0	MONTAGEM			
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	1.817,24	74.125,73	0,83
4.2.0	UNIDADE FLUTUANTE - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	700,00	74.825,73	0,32
4.3.0	UNIDADE FLUTUANTE - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	2.600,00	77.425,73	1,19
5.0.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS			
5.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	58.061,01	135.486,74	26,52
5.2.0	UNIDADE FLUTUANTE - BARRILETE - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	55.361,93	190.848,67	25,29
5.3.0	UNIDADE FLUTUANTE - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	28.047,33	218.896,00	12,81
TOTAL GERAL -TRECHO I		218.896,00	✓	100,00



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO I (EST. 0 A 50+4,00)

Folha: 1 / 6

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
1.0.0	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO				
1.1.0	BARRACÃO EM ALVENARIA DE BLOCO, COM DEPENDENCIAS PARA ESCRITÓRIO E SALA TÉCNICA.	un	1,00	5.000,00	5.000,00
1.2.0	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRA, CONFECCÃO, TRANSPORTE E INSTALAÇÃO, CONFORME PADRÃO.	m <sup>2</sup>	20,00	47,22	944,40
1.3.0	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E PESSOAL	ud	1,00	48.000,00	48.000,00
	TOTAL 1.0.0				53.944,40
2.0.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				
2.1.0	DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO DE ÁRVORES(D<=0,15M)	m <sup>2</sup>	3.012,00	0,07	210,84
2.2.0	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DA ADUTORA COM ESTAQUEAMENTO DE 20 EM 20 m	m	1.004,00	0,53	532,12
2.3.0	CADASTRO DA ADUTORA	m	1.004,00	0,34	341,36
	TOTAL 2.0.0				1.084,32
3.0.0	OBRA CIVIL				
3.1.0	ADUTORA				
3.1.1	CAIXA DE PROTEÇÃO PARA REGISTROS E VENTOSAS - TIPO I	ud	2,00	148,96	297,92
3.1.2	PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES ELEVADAS	m <sup>3</sup>	17,57	324,37	5.699,18
3.1.3	FUNDAÇÃO PARA PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES- CICLÓPICO	m <sup>3</sup>	8,37	157,09	1.314,32
3.1.4	BLOCO DE ANCORAGEM CONCRETO SIMPLES	m <sup>3</sup>	1,06	234,29	248,35
	TOTAL 3.1.0				7.559,77
3.2.0	UNIDADE FLUTUANTE				
3.2.1	CAIXA DE PROTEÇÃO DO BARRILETE	ud	1,00	1.720,00	1.720,00
	TOTAL 3.2.1				1.720,00
3.2.2	CASA DE COMANDO DAS ELETROBOMBAS	ud	1,00	8.000,00	8.000,00
	TOTAL 3.2.2				8.000,00
	TOTAL 3.2.0				9.720,00
	TOTAL 3.0.0				17.279,77
4.0.0	MONTAGEM				
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES				
4.1.1	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE FcFc COM JUNTA ELASTICA DE 150MM	m	1.004,00	1,81	1.817,24
	TOTAL 4.1.0				1.817,24





SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO I (EST. 0 A 50+4,00)

Folha: 2 / 6

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
4.2.0	UNIDADE FLUTUANTE - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS				
4.2.1	MONTAGEM DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRIFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA FLUTUANTE, VAZÃO DE 15,50l/seg, ALTURA MANOMETRICA DE 92,66m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 50CV/3.500 RPM	ud	2,00	350,00	700,00
	TOTAL 4.2.0				700,00
4.3.0	UNIDADE FLUTUANTE - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
4.3.1	INSTALAÇÃO E MONTAGEM DE SUBESTAÇÃO AÉREA DE 75KVA	ud	1,00	900,00	900,00
4.3.2	INSTALAÇÕES PREDIAIS CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	700,00	700,00
4.3.3	INSTALAÇÕES DE FORÇA(QUADROS, COMPENSADORES E ACESSÓRIOS) CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	1.000,00	1.000,00
	TOTAL 4.3.0				2.600,00
	TOTAL 4.0.0				5.117,24
5.0.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
5.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES				
5.1.1	TUBOS FOFO JUNTA ELASTICA PB CLASSE K 7-150MM	m	1.054,20	53,96	56.884,63
5.1.2	CURVA 45° COM BOLSAS - EM FERRO FUNDIDO-150MM	ud	1,00	121,87	121,87
5.1.3	CURVA 90° COM DUAS BOLSAS FERRO FUNDIDO-150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.1.4	VENTOSAS TRIPLICE FUNCAO C/ FLANGE DN=50MM	ud	1,00	296,40	296,40
5.1.5	CURVA 45° FLANGEADA FOFO / 50MM	ud	1,00	32,55	32,55
5.1.6	TE COM BOLSA E FLANGE FOFO (150 X 50MM)	ud	2,00	98,13	196,26
5.1.7	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E CAB/ 50MM	ud	1,00	121,68	121,68
5.1.8	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E VOLANTE/ 50MM	ud	1,00	118,94	118,94
5.1.9	TUBO COM PONTA FLANGE 50MM FOFO L=6,00 m	ud	1,00	152,13	152,13
	TOTAL 5.1.0				58.061,01
5.2.0	UNIDADE FLUTUANTE - BARRILETE- EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS				
5.2.1	FLUTUANTE				
5.2.1.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRIFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA FLUTUANTE, VAZÃO DE 15,50l/seg, ALTURA MANOMETRICA DE 92,66m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 50CV/3.500 RPM	ud	2,00	6.200,00	12.400,00



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO I (EST. D A 50+4,00)

Folha: 3 / 6

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.2.1.2	UNIDADE FLUTUANTE DESLOCÁVEL CAPAZ DE SUPORTAR 2(DOIS) CONJUNTOS ELETROBOMBA DE EIXO HORIZONTAL COMPOSTO DE NO MÍNIMO DUAS CÂMARAS CILÍNDRICAS EM AÇO CARBONO COM CHAPAS DE EXP.MÍN. DE 3/16", PROTEGIDAS COM REVESTIMENTO COALTAR-EPOXI OU GALVANIZADA, ASSIM COMO, TODA A SUPER-ESTRUTURA COMPLEMENTAR, PLATAFORMA EM CHAPA XADREZ DE ESPESSURA MÍN. DE 3/16", REFORÇOS E PÓRTICOS DO MANEJO DAS BOMBAS E SISTEMA DE ANCORAGEM.	ud	1,00	16.000,00	16.000,00
5.2.1.3	VÁLVULA DE PÉ FLANGEADA COM CRIVO DN =150MM	ud	2,00	185,00	370,00
5.2.1.4	TUBO DE FOFO COM FLANGES L=1,80M DN =150MM	ud	2,00	242,17	484,34
5.2.1.5	CURVA DE 90º FOFO COM FLANGES DN =150MM	ud	6,00	122,89	737,34
5.2.1.6	TUBO DE FOFO COM FLANGES L=0,75M DN =150MM	ud	2,00	116,28	232,56
5.2.1.7	REDUÇÃO EXCÊNTRICA C/FLANGES L= 600MM (EM AÇO) DN=150 x .....MM	ud	2,00	131,07	262,14
5.2.1.8	REDUÇÃO CONCÊNTRICA C/FLANGES L= 600MM (EM AÇO) DN=..... x 150MM	ud	2,00	104,15	208,30
5.2.1.9	TUBO DE FOFO COM FLANGES L=1,50 DN=150MM	ud	2,00	180,25	360,50
5.2.1.10	REGISTRO DE GAVETA CHATO COM FLANGES DN=150MM	ud	2,00	569,94	1.139,88
5.2.1.11	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA MONTADA ENTRE FLANGES DN=150MM	ud	2,00	356,36	712,72
5.2.1.12	TÊ COM FLANGES FOFO DN=150MM	ud	1,00	218,47	218,47
5.2.1.13	TÊ DE REDUÇÃO FOFO COM FLANGES DN=150 x 50MM	ud	1,00	177,52	177,52
5.2.1.14	VENTOSA TRÍPLICE FUNÇÃO COM FLANGES DN=50MM	ud	1,00	255,00	255,00
5.2.1.15	CURVA DE 45º FOFO COM FLANGES DN=150MM	ud	2,00	121,87	243,74
5.2.1.16	TUBO DE FOFO COM FLANGES L=2,20M DN =150MM	ud	1,00	277,73	277,73
5.2.1.17	REDUÇÃO CONCÊNTRICA FOFO C/FLANGES DN=200 x 150MM	ud	1,00	179,36	179,36
5.2.1.18	TUBO DE PEAD DE 160MM PN 6 PE 80, DIN 8074	m	100,00	48,00	4.800,00
5.2.1.19	CORDA DE NYLON DE 3/4 APLICADA NA LIGAÇÃO DAS TUBULAÇÕES DE ADUÇÃO E CABOS ELÉTRICOS	m	653,00	2,80	1.828,40
5.2.1.20	FLUTUADORES PARA TUBO PEAD	ud	25,00	90,00	2.250,00
5.2.1.21	TUBO DE PEAD DE 50MM PN 3,2 PE 80, PARA CONDUÇÃO DOS CABOS ELÉTRICOS	m	200,00	20,00	4.000,00
TOTAL 5.2.1					47.138,00
5.2.2	BARRILETE				
5.2.2.1	ADAPTADOR PEAD DN=160 x 150MM	ud	1,00	380,00	380,00
5.2.2.2	TUBO COM FLANGES FOFO L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.2.3	VÁLVULA ANTECIPADORA DE ONDA DN=150MM	ud	1,00	5.849,00	5.849,00
5.2.2.4	TUBO COM FLANGES FOFO L=0,60M DN=150MM	ud	1,00	104,00	104,00
5.2.2.5	REGISTRO DE GAVETA CHATO COM FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
5.2.2.6	TÊ DE REDUÇÃO FOFO COM FLANGES DN=150 x 50MM	ud	1,00	177,52	177,52
5.2.2.7	VENTOSA SIMPLES FUNÇÃO DN=50MM	ud	1,00	296,40	296,40
5.2.2.8	TUBO COM FLANGES FOFO L=1,50M DN=150MM	ud	1,00	242,17	242,17
5.2.2.9	CURVA DE 90º FOFO COM FLANGES DN =150MM	ud	1,00	122,89	122,89
5.2.2.10	CURVA DE 90º FOFO COM BOLSAS DN =150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.2.2.11	TUBO PONTA FLANGE FOFO L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	138,86	138,86
TOTAL 5.2.2					8.223,93
TOTAL 5.2.0					55.361,93



SRH ----&gt; SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO I (EST. D A 50+4,00)

Folha: 4 / 6

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.3.0	UNIDADE FLUTUANTE - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
5.3.1	SUBESTAÇÃO EM POSTE 75kVA -13,8KV/380-220V				
5.3.1.1	ALÇA PREFORMADA PARA CABO 4 ACSR	ud	3,00	1,00	3,00
5.3.1.2	ARRUELA QUADRADA AÇO ZINCADO 32X3X18MM	ud	12,00	1,00	12,00
5.3.1.3	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 50MM2	m	60,00	6,25	375,00
5.3.1.4	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 25MM2, COR AZUL CLARO(NEUTRO)	m	20,00	2,90	58,00
5.3.1.5	CABO DE COBRE ISOL.750V,70°,25MM2,COR VD-AM OU VD(PROTEÇÃO)	m	20,00	2,90	58,00
5.3.1.6	CABO DE COBRE NU,35MM2(ATERRAMENTO DOS PARA-RAIOS)	m	30,00	4,11	123,30
5.3.1.7	CABO DE COBRE NU, 25MM2(LIGAÇÕES)	m	15,00	2,90	43,50
5.3.1.8	CAIXA DE PASSAGEM DE ALVENARIA DE 60 X 60 X 60CM	ud	1,00	60,00	60,00
5.3.1.9	CASA DE PASSAGEM DE ALVENARIA DE 0,15X 0,15 X 0,150M	ud	2,00	20,00	40,00
5.3.1.10	CHAVE FUSÍVEL TIPO MATHEUS, 15KV, 100A, 5KA, ELO 5H	ud	3,00	200,00	600,00
5.3.1.11	CONECTOR PARAFUSO BRONZE ESTANHADO 2 PARAFUSO #25MM2	ud	3,00	4,00	12,00
5.3.1.12	CONECTOR PARAFUSO FENDIDO, 16- 70MM2	ud	3,00	2,00	6,00
5.3.1.13	CRUZETA DE CONCRETO DE 2400MM	ud	3,00	16,00	48,00
5.3.1.14	CURVA PLÁSTICA 3 POL - 90 GRAUS	ud	4,00	7,00	28,00
5.3.1.15	DISJUNTOR 3P 125A/10KA	ud	1,00	150,00	150,00
5.3.1.16	ELETRODUTO PVC RÍGIDO ROSQUEAVEL 3"- VARA 3 M	ud	2,00	25,00	50,00
5.3.1.17	GANCHO DE SUSPENSÃO COM OLHAL GALVANIZADO 16MM	ud	3,00	1,70	5,10
5.3.1.18	GRAMPO TENSOR 35MM2	ud	3,00	7,00	21,00
5.3.1.19	HASTE DE TERRA DE AÇO COBREADO, 5/8" X 2,40	ud	6,00	10,89	65,34
5.3.1.20	ISOLADOR DE SUSPENSÃO DE VIDRO, 175MM	ud	6,00	10,00	60,00
5.3.1.21	LUVA PLÁSTICA 3 POL	ud	6,00	5,00	30,00
5.3.1.22	MANILHA SAPATILHA	ud	3,00	3,54	10,62
5.3.1.23	MÃO FRANCESA DE 700MM	ud	6,00	1,90	11,40
5.3.1.24	OLHAL PARA PARAFUSO GALVANIZADO 16MM	ud	3,00	1,70	5,10
5.3.1.25	PARAFUSO CABEÇA QUADRADA AÇO ZINCADO M16X2 - 400MM	ud	12,00	2,20	26,40
5.3.1.26	PARA-RAIO TIPO VÁLVULA, 12 KV, 5KA, NEUTRO ATERRADO	ud	3,00	100,00	300,00
5.3.1.27	POSTE DE CONCRETO DT 11M X 400KG	ud	1,00	350,00	350,00
5.3.1.28	QUADRO DE MEDIÇÃO, PADRÃO COELCE, USO EXTERNO, P/15 KV	ud	1,00	330,00	330,00
5.3.1.29	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO, 75KVA, 15KV, 380/220V, TAPES 10.2 A 13,8KV	ud	1,00	2.500,00	2.500,00
	TOTAL 5.3.1				5.381,76
5.3.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAS				
5.3.2.1	ILUMINAÇÃO INTERNA/EXTERNA - CASA DE COMANDO DOS MOTORES E FLUTUANTE				
5.3.2.1.1	CABO DE COBRE ISOLADO 750 V- 2,5 MM2	m	400,00	0,35	140,00
5.3.2.1.2	DISJUNTOR MONOFÁSICO- 15 A	ud	5,30	4,00	21,20
5.3.2.1.3	FIO DE COBRE ISOLADO - 750 V-1,5MM2	m	50,00	0,25	12,50
5.3.2.1.4	FIO DE COBRE ISOLADO - 750 V-2,5MM2	m	50,00	0,35	17,50
5.3.2.1.5	CALHA METÁLICA P/ FLUORESCENTE - 2X40 W- C/SUPORTES	ud	1,00	22,00	22,00
5.3.2.1.6	CALHA METÁLICA P/ FLUORESCENTE - 2X20 W- C/SUPORTES	ud	1,00	17,50	17,50
5.3.2.1.7	REATOR P/ FLUORESCENTE - 20W -220V	ud	2,00	9,00	18,00
5.3.2.1.8	REATOR P/ FLUORESCENTE - 40W -220V	ud	2,00	11,50	23,00
5.3.2.1.9	STARTER P/ FLUORESCENTE- 40 W	ud	2,00	1,15	2,30



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO I (EST. 0 A 50+4,00)

Folha: 5 / 6

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.3.2.1.10	STARTER P/ FLUORESCENTE- 20 W	ud	2,00	1,15	2,30
5.3.2.1.11	LÂMPADA FLUORESCENTE - 40W - 220V	ud	1,00	5,50	5,50
5.3.2.1.12	LÂMPADA FLUORESCENTE - 20W - 220V	ud	1,00	5,50	5,50
5.3.2.1.13	LUMINÁRIA TIPO ARANDELA P/INCANDESCENTE	ud	4,00	8,20	32,80
5.3.2.1.14	LUMINÁRIA TIPO PLAFONIER- GLOBO DE VIDRO	ud	1,00	6,70	6,70
5.3.2.1.15	LÂMPADA INCANDESCENTE- 60 W- 220V	ud	5,00	0,60	3,00
5.3.2.1.16	INTERRUPTOR SIMPLES - 220 V	ud	4,00	4,50	18,00
5.3.2.1.17	TOMADA MONOFÁSICA - 220 V	ud	4,00	4,00	16,00
5.3.2.1.18	CAIXA PLÁSTICA - 4 X 2- EMBUTIR	ud	5,00	1,75	8,75
5.3.2.1.19	CAIXA PLÁSTICA - 3 X3- EMBUTIR	ud	8,00	1,15	9,20
5.3.2.1.20	ELETRODUTO FLEXÍVEL - 1/2 "	m	20,00	2,00	40,00
5.3.2.1.21	VIDRO, ROSCA 3/4"- P/100 W	ud	2,00	40,00	80,00
5.3.2.1.22	PRISMÁTICO VERMELHO, ROSCA 3/4"- 2 X 60 W	ud	2,00	70,00	140,00
5.3.2.1.23	RELÉ FOTO ELÉTRICO C/BASE - 1000W - NA-220V	ud	2,00	18,00	36,00
5.3.2.1.24	CONDULETE EM LIGA DE ALUMÍNIO - 3/4"- TIPO T-	ud	5,00	15,00	75,00
5.3.2.1.25	INTERRUPTORDUPLA EM CAIXA DE LIGA DE ALUMÍNIO - 3/4"	ud	1,00	10,00	10,00
5.3.2.1.26	ABRACADEIRA TIPO UNHA- GALVANIZADA P/TUBO - 3/4"	ud	30,00	0,50	15,00
5.3.2.1.27	LÂMPADA INCANDESCENTE- 60 W- 220V	ud	2,00	0,60	1,20
5.3.2.1.28	LÂMPADA INCANDESCENTE- 100 W- 220V	ud	2,00	1,10	2,20
TOTAL 5.3.2					781,15
5.3.3	INSTALAÇÕES DOS MOTORES, QUADROS COMPENSADORES E ACESSÓRIOS				
5.3.3.1	MÓDULO DE ENTRADA/BARRAMENTO				
5.3.3.1.1	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 160A/380V(Q0)	ud	1,00	360,00	360,00
5.3.3.1.2	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 160A/380V(Q1 e Q2)	ud	1,00	300,00	300,00
5.3.3.1.3	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 50A/380V(Q3)	ud	1,00	180,00	180,00
5.3.3.1.4	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 4A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	7,20	21,60
5.3.3.1.5	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 20A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	10,00	30,00
5.3.3.1.6	COMUTADORA DE VOLTÍMETRO, 10A	ud	1,00	37,00	37,00
5.3.3.1.7	VOLTÍMETRO 96 L ESCALA 0-500V	ud	1,00	139,31	139,31
5.3.3.1.8	CONTACTOR 22A, 220V	ud	1,00	110,00	110,00
5.3.3.1.9	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	1,00	70,00	70,00
5.3.3.1.10	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	1,00	100,00	100,00
5.3.3.1.11	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	1,00	402,65	402,65
5.3.3.1.12	BANCO DE CAPACITORES TRIFÁSICO DE 7.5 KVAR,	ud	1,00	155,00	155,00
5.3.3.1.13	RELE PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100 H, 220V	ud	1,00	331,83	331,83
5.3.3.1.14	CAIXA DE SOBREPOR 1200X800X350 MM	ud	1,00	420,00	420,00
5.3.3.2	MÓDULO DA BOMBA 1 E 2				
5.3.3.2.1	DISJUNTOR 3P, 100A, P/ PARTIDA DE MOTOR, 50CV	ud	2,00	150,00	300,00
5.3.3.2.2	FUSÍVEL ULTRA-RÁPIDO C/ BASE, 200A	ud	6,00	45,00	270,00
5.3.3.2.3	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 100/5A	ud	6,00	70,76	424,56
5.3.3.2.4	COMUTADORA DE AMPERÍMETRO, 10A	ud	2,00	43,54	87,08
5.3.3.2.5	AMPERÍMETRO 96 L ESCALA 0-100A	ud	2,00	119,36	238,72
5.3.3.2.6	CONTACTOR 75A(50CV), 220V	ud	2,00	540,00	1.080,00
5.3.3.2.7	CONTACTOR AUXILIAR 220VCA -, 5NA+3NF	ud	2,00	77,37	154,74
5.3.3.2.8	CONVERSOR P/P, PROGRESSIVA, MOTOR 37KW(50CV), 380V/60HZ	ud	2,00	2.200,00	4.400,00
5.3.3.2.9	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	2,00	35,00	70,00



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO I (EST. D A 50+4,00)

Folha: 6 / 6

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.3.3.2.10	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	2,00	93,26	186,52
5.3.3.2.11	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	2,00	402,50	805,00
5.3.3.2.12	CHAVE C/RET. 3 POSICOES A-0-M, PT, 22,5MM	ud	2,00	64,50	129,00
5.3.3.2.13	BOTÃO DESLIGA 22,5MM VD 1NF	ud	2,00	34,55	69,10
5.3.3.2.14	BOTÃO LIGA 22,5MM VM 1NA	ud	2,00	34,55	69,10
5.3.3.2.15	SINALEIRO 22,5MM, VM	ud	2,00	55,00	110,00
5.3.3.2.16	SINALEIRO 22,5MM, VD	ud	2,00	55,00	110,00
5.3.3.2.17	HORIMETRO TOTALIZADOR, 6 DÍGITOS, 91X72MM, PAINEL, 220V	ud	2,00	121,04	242,08
5.3.3.2.18	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220 V	ud	2,00	332,18	664,36
5.3.3.2.19	CHAVE BOÍA NÍVEL SUPERIOR-NF-220 V, AUTOMÁTICO	ud	1,00	16,00	16,00
5.3.3.2.20	CHAVE BOÍA NÍVEL INFERIOR-NA-220 V	ud	1,00	16,00	16,00
5.3.3.2.21	CAIXA DE SOBREPOR 1200X600X350 MM	ud	2,00	420,00	840,00
5.3.3.2.22	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 25MM² (PRETO)	m	600,00	4,00	2.400,00
5.3.3.2.23	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 16MM², COR VERDE-AMARELO OU VERDE( PROTEÇÃO)	m	200,00	2,20	440,00
5.3.3.2.24	MICELÂNIA(BUCHAS, TERMINAIS, PARAFUSOS ETC)	vb	1,00	779,77	779,77
TOTAL 5.3.3					16.559,42
5.3.4	EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO				
5.3.4.1	QUADRO ELÉTRICO COM RÁDIO RECEPTOR(ELPRO 105U) , INCLUINDO POSTE ( CONFORME PROJETO) - EE 1	ud	1,00	4.500,00	4.500,00
5.3.4.2	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 4MM²	m	1.100,00	0,75	825,00
TOTAL 5.3.4					5.325,00
TOTAL 5.3.0					28.047,33
TOTAL 5.0.0					141.470,27
TOTAL GERAL -TRECHO I					218.896,00



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)				
RESUMO DOS INVESTIMENTOS				
ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	TOTAL DO ITEM	ACUMULADO	% SOBRE O TOTAL
2.0.0	SERVIÇOS PRELIMINARES	5.179,68	5.179,68	1,03
3.0.0	OBRA CIVIL			
3.1.0	ADUTORA	35.340,07	40.519,75	7,00
3.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1	25.293,46	65.813,22	5,01
3.3.0	RESERVAÇÃO	51.108,49	116.921,71	10,13
4.0.0	MONTAGEM			
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	8.680,76	125.602,47	1,72
4.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS E HIDROMECÂNICOS	600,00	126.202,47	0,12
4.3.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	3.250,00	129.452,47	0,64
4.4.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	930,00	130.382,47	0,18
5.0.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS			
5.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	276.186,60	406.569,06	54,72
5.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	46.947,98	453.517,04	9,30
5.3.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	20.036,44	473.553,48	3,97
5.4.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	31.211,20	504.764,68	6,18
TOTAL GERAL - TRECHO II		504.764,68		100,00



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha: 1 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
<b>2.0.0</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
2.1.0	DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO DE ÁRVORES(D<=0,15M)	m <sup>2</sup>	14.388,00	0,07	1.007,16
2.2.0	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DA ADUTORA COM ESTAQUEAMENTO DE 20 EM 20 m	m	4.796,00	0,53	2.541,88
2.3.0	CADASTRO DA ADUTORA	m	4.796,00	0,34	1.630,64
<b>TOTAL 2.0.0</b>					<b>5.179,68</b>
<b>3.0.0</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				
<b>3.1.0</b>	<b>ADUTORA</b>				
3.1.1	CAIXA DE PROTEÇÃO PARA REGISTROS E VENTOSAS - TIPO I	ud	9,00	148,96	1.340,64
3.1.2	PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES ELEVADAS	m <sup>3</sup>	83,93	324,37	27.224,37
3.1.3	FUNDAÇÃO PARA PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES- CICLÓPICO	m <sup>3</sup>	39,97	157,09	6.278,36
3.1.4	BLOCO DE ANCORAGEM CONCRETO SIMPLES	m <sup>3</sup>	2,12	234,29	496,69
<b>TOTAL 3.1.0</b>					<b>35.340,07</b>
<b>3.2.0</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1</b>				
3.2.1	LIMPEZA MANUAL COM CAPINAGEM E RASPAGEM DO TERRENO	m <sup>2</sup>	400,00	0,72	288,00
3.2.2	LOCAÇÃO DA OBRA COM GUIAS DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	100,00	1,45	145,00
3.2.3	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1a 200<DM<400	m <sup>3</sup>	70,00	1,76	123,20
3.2.4	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 3a 50<DM<100	m <sup>3</sup>	21,00	16,51	346,71
3.2.5	REATERROS DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MANUAL	m <sup>3</sup>	35,00	8,74	305,90
3.2.6	CAIXA PARA REGISTRO E/OU VENTOSA, TIPO I	ud	2,00	148,96	297,92
3.2.7	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS APOIADAS FCK 15 MPA	m <sup>3</sup>	9,60	516,00	4.953,60
3.2.8	ALVENARIA DE 1 VEZ COM TIJOLO FURADO E=20CM	m <sup>2</sup>	102,00	23,08	2.354,16
3.2.9	ALVENARIA DE ELEMENTOS VAZADOS DE CONCRETO PRE-MOLDADO	m <sup>2</sup>	16,00	37,23	595,68
3.2.10	COBERTURA EM TELHA CANALETE 49, PARA VÃO DE 2,0 A 7,00M, INCLUINDO MADEIRAMENTO, PINTURA A CARBOLINEUM A DUAS DEMÃOS E DEMAIS ACESSÓRIOS	m <sup>2</sup>	91,00	53,70	4.886,70
3.2.11	CHAPISCO DE ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA	m <sup>2</sup>	204,00	1,96	399,84
3.2.12	REBOCO PARA USO GERAL	m <sup>2</sup>	204,00	9,31	1.899,24
3.2.13	PINTURA COM MASSA CORRIDA E TINTA LÁTEX	m <sup>2</sup>	204,00	6,41	1.307,64
3.2.14	PORTA DE ENROLAR EM AÇO, COM GUARNIÇÕES E FERRAGENS DE 1a QUALIDADE, INCLUINDO ASSENTAMENTO, LIXAMENTO, EMASSAMENTO E PINTURA A ÓLEO EM DUAS DEMÃOS	m <sup>2</sup>	6,25	117,95	737,19
3.2.15	PORTA DE MADEIRA DE 1EI, COM GUARNIÇÕES E FERRAGENS DE 1a QUALIDADE, INCLUSIVE, ASSENTAMENTO, EMASSAMENTO, LIXAMENTO E PINTURA A ÓLEO EM 3 DEMÃOS	m <sup>2</sup>	2,00	183,29	366,58
3.2.16	ARGAMASSA PARA REGULARIZAÇÃO (CIMENTO E AREIA), TRACO 1:5	m <sup>3</sup>	1,50	104,03	156,05
3.2.17	EXECUÇÃO DE PISO EM CIMENTADO DESEMPENADO E=1,5CM C/ LASTRO DE CONCRETO E=6CM E JUNTA ELÁSTICA	m <sup>2</sup>	30,00	22,04	661,20
3.2.18	FORNECIMENTO E MONTAGEM DE GUARDA-CORPO EM TUBOS DE FERRO GALVANIZADO D=1 1/2" INCLUSIVE PINTURA A ÓLEO EM DUAS DEMÃOS SOB BASE ANTICORROSIVA	m	16,00	68,12	1.089,92
3.2.19	CERCA COM ESTACAS CURVAS DE CONCRETO DE 2,20M COM 12 FIOS	m	90,00	10,94	984,60
3.2.20	ASSENT. DE PORTAO DE ACESSO EM TUBOS DE FERRO GALVANIZADO	ud	2,00	20,07	40,14
3.2.21	PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO SOBRE COXIM DE AREIA	m <sup>2</sup>	70,00	18,42	1.289,40



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha: 2 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
3.2.22	EXECUCAO DE GUIAS OU MEIO-FIO	m	40,00	10,37	414,80
3.2.23	PORTÃO DE ACESSO EM TUBOS DE FERRO GALVANIZADO, COM GUARNIÇÕES E FERRAGENS DE 1ª QUALIDADE, INCLUINDO ASSENTAMENTO, EMASSAMENTO, LIXAMENTO E PINTURA A ÓLEO EM DUAS DEMÃOS	m <sup>2</sup>	13,20	125,00	1.650,00
<b>TOTAL 3.2.0</b>					<b>25.293,46</b>
<b>3.3.0</b>	<b>RESERVAÇÃO</b>				
3.3.1	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100M <sup>3</sup>				
3.3.1.1	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DAS OBRAS COM GABARITO DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	50,00	1,45	72,50
3.3.1.2	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª 200<DM<400	m <sup>3</sup>	34,00	1,76	59,84
3.3.1.3	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 3ª 50<DM<100	m <sup>3</sup>	8,50	16,51	140,34
3.3.1.4	REATERRO DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECÂNICA	m <sup>3</sup>	5,00	5,32	26,60
3.3.1.7	CAIXA PARA REGISTRO E/OU VENTOSA, TIPO I	ud	1,00	148,96	148,96
3.3.1.8	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS APOIADAS FCK 15 MPA	m <sup>3</sup>	31,00	516,08	15.998,48
3.3.1.9	CONFECÇÃO E LANÇAMENTO DE CONCRETO 150 KG/M <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	3,60	150,10	540,36
3.3.1.10	PINTURA A BASE DE CAL INDUSTRIAL ATÉ 3 DEMÃOS	m <sup>2</sup>	116,00	2,19	254,04
3.3.1.11	IMPERMEABILIZAÇÃO SEMI-RÍGIDA COM ARGAMASSA ACRÍLICA	m <sup>2</sup>	111,13	30,47	3.386,13
<b>TOTAL 3.3.1</b>					<b>20.627,25</b>
3.3.2	RESERVATÓRIO CAIXA DE PASSAGEM-SP1 PRÉ-MOLDADO COM ALTURA DE 3,5M E CAPACIDADE DE 25M <sup>3</sup>	ud	1,00	10.000,00	10.000,00
<b>TOTAL 3.3.2</b>					<b>10.000,00</b>
3.3.3	RESERVATÓRIO ONE-WAY (EST-170)				
3.3.3.1	LOCAÇÃO DA OBRA COM GUIAS DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	25,00	1,45	36,25
3.3.3.2	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª 200<DM<400	m <sup>3</sup>	22,00	1,76	38,72
3.3.3.3	REATERROS DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MANUAL	m <sup>3</sup>	5,00	8,74	43,70
3.3.3.4	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS ELEVADAS FCK=15MPA	m <sup>3</sup>	30,00	675,00	20.250,00
3.3.3.5	CONCRETO USINADO, NÃO ESTRUTURAL, CONSUMO MÍNIMO DE 150 KG	m <sup>3</sup>	0,75	150,10	112,58
<b>TOTAL 3.3.3</b>					<b>20.481,25</b>
<b>TOTAL 3.3.0</b>					<b>51.108,49</b>
<b>TOTAL 3.0.0</b>					<b>111.742,03</b>
<b>4.0.0</b>	<b>MONTAGEM</b>				
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES				
4.1.1	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE FoFo COM JUNTA ELÁSTICA DE 150MM	m	4.796,00	1,81	8.680,76
<b>TOTAL 4.1.0</b>					<b>8.680,76</b>





GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH -> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha: 3 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
<b>4.2.0</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS E HIDROMECAÑICOS</b>				
4.2.1	MONTAGEM DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRÍFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 15,56l/seg, ALTURA MANÔMÉTRICA DE 88,59m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 50CV/3.500 RPM	ud	2,00	300,00	600,00
<b>TOTAL 4.2.0</b>					<b>600,00</b>
<b>4.3.0</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS</b>				
4.3.1	INSTALAÇÃO E MONTAGEM DE SUBESTAÇÃO AÉREA DE 75KVA	ud	1,00	900,00	900,00
4.3.2	INSTALAÇÕES PREDIAIS CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	700,00	700,00
4.3.3	INSTALAÇÕES DE FORÇA (QUADROS, COMPENSADORES E ACESSÓRIOS) CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	1.000,00	1.000,00
4.3.4	INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO (EB1-FLUTUANTE)	ud	1,00	650,00	650,00
<b>TOTAL 4.3.0</b>					<b>3.250,00</b>
<b>4.4.0</b>	<b>RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS</b>				
4.4.1	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECAÑICO DO RESERVATÓRIO APOIADO DE VOLUME = 100 M³	ud	1,00	330,00	330,00
4.4.2	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECAÑICO DO RESERVATÓRIO CAIXA DE PASSAGEM - SP1	ud	1,00	300,00	300,00
4.4.3	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECAÑICO DO RESERVATÓRIO ONE-WAY (EST-170)	ud	1,00	300,00	300,00
<b>TOTAL 4.4.0</b>					<b>930,00</b>
<b>TOTAL 4.0.0</b>					<b>13.460,76</b>
<b>5.0.0</b>	<b>FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS</b>				
<b>5.1.0</b>	<b>ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES</b>				
5.1.1	TUBOS FOFO JUNTA ELÁSTICA PB CLASSE K 7- 150MM	m	5 035,80	53,96	271.731,77
5.1.2	CURVA 45° COM BOLSAS - EM FERRO FUNDIDO-150MM	ud	4,00	121,87	487,48
5.1.3	VENTOSAS TRÍPLICE FUNÇÃO C/ FLANGE DN=50MM	ud	3,00	296,40	889,20
5.1.4	CURVA 45° FLANGEADA FOFO / 50MM	ud	6,00	32,55	195,30
5.1.5	TE COM BOLSA E FLANGE FOFO (150 X 50MM)	ud	9,00	98,13	883,17
5.1.6	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E CAB/ 50MM	ud	6,00	121,68	730,08
5.1.7	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E VOLANTE/ 50MM	ud	3,00	118,94	356,82
5.1.8	TUBO COM PONTA FLANGE 50MM FOFO L=6,00 m	ud	6,00	152,13	912,78
<b>TOTAL 5.1.0</b>					<b>276.186,60</b>



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha: 4 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
<b>5.2.0</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS</b>				
5.2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRÍFUGA DE EIXO HORIZONAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 15,56l/seg, ALTURA MANÔMETRICA DE 88,59m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 50CV/3.500 RPM	ud	2,00	5.940,00	11.880,00
5.2.2	CRIVO DN=150MM	ud	1,00	185,00	185,00
5.2.3	CURVA DE FoFo 90° C/ FLANGES DN=150MM	ud	7,00	122,89	860,23
5.2.4	TOCO DE FoFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.5	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,18M DN=150MM	ud	1,00	208,00	208,00
5.2.6	REGISTRO DE GAVETA CHATO C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	3,00	569,94	1.709,82
5.2.7	TOCO DE FoFo C/ FLANGES L=0,25M DN=150MM	ud	8,00	68,00	544,00
5.2.8	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE DN=150MM	ud	6,00	780,00	4.680,00
5.2.9	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,80M DN=150MM	ud	1,00	277,00	277,00
5.2.10	TÊ DE FoFo COM FLANGES DN=150MM	ud	3,00	218,47	655,41
5.2.11	REDUÇÃO EXCÊNTRICA C/FLANGES L= 600MM (EM AÇO) DN=150 x .....MM	ud	2,00	131,07	262,14
5.2.12	REDUÇÃO CONCÊNTRICA C/FLANGES L= 600MM (EM AÇO) DN= ..... x 150MM	ud	2,00	104,15	208,30
5.2.13	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=0,50M DN=150MM	ud	2,00	122,00	244,00
5.2.14	CURVA DE 90° FoFo COM FLANGES E PÉ DN=150MM	ud	2,00	191,16	382,32
5.2.15	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA DUPLA DN=150MM	ud	2,00	356,36	712,72
5.2.16	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=0,91M DN=150MM	ud	2,00	206,60	413,20
5.2.17	VÁLVULA BORBOLETA COM FLANGE SÉRIE AWWA DN=150MM	ud	2,00	602,65	1.205,30
5.2.18	FLANGE CEGO FoFo DN=150MM	ud	1,00	74,34	74,34
5.2.19	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,36M DN=150MM	ud	1,00	220,00	220,00
5.2.20	VÁLVULA SUSTENTADORA DE PRESSÃO OU ALÍVIO - S 730 DN=150MM	ud	1,00	6.860,00	6.860,00
5.2.21	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,30M DN=150MM	ud	2,00	212,00	424,00
5.2.22	TUBO DE FoFo FLANGE PONTA L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.23	CURVA DE 90° FoFo COM BOLSA DN=150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.2.24	TOCO DE FoFo C/ PONTAS L=0,50M DN=150MM	ud	1,00	68,00	68,00
5.2.25	REDUÇÃO PONTA BOLSA FoFo DN=200 x 150	ud	1,00	152,75	152,75
5.2.26	TUBO DE FoFo PONTA BOLSA L=6,00M DN=150MM	ud	1,00	410,28	410,28
5.2.27	TUBO DE FoFo PONTA BOLSA L=1,67M DN=150MM	ud	1,00	114,20	114,20
5.2.28	CURVA DE 90° FoFo COM BOLSA DN=200MM	ud	2,00	218,47	436,94
5.2.29	TOCO DE FoFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=100MM	ud	1,00	116,50	116,50
5.2.30	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,00M DN=100MM	ud	1,00	121,36	121,36
5.2.31	REGISTRO DE GAVETA CHATO C/FLANGES E VOLANTE DN=100MM	ud	1,00	328,80	328,80
5.2.32	TUBO COM PONTAS FoFo L=1,67 DN=200MM	ud	1,00	143,62	143,62
5.2.33	EQUIPAMENTO DE CONTROLE CONTRA TRANSIENTES HIDRÁULICOS- CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO ( CONFORME PROJETO )	ud	1,00	12.500,00	12.500,00
<b>TOTAL 5.2.0</b>					<b>46.947,98</b>
<b>5.3.0</b>	<b>RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS</b>				
5.3.1	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100M³				
5.3.1.1	EXTREMIDADE DE FoFo C/FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	2,00	116,50	233,00
5.3.1.2	CURVA DE FoFo 90° COM FLANGES DN=150MM	ud	2,00	122,89	245,78
5.3.1.3	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=2,80M DN=150MM	ud	2,00	310,28	620,58
5.3.1.4	CURVA DE FoFo 90° COM BOLSAS DN=150MM	ud	2,00	136,55	273,10
5.3.1.5	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=6,00M DN=150MM	ud	1,00	526,66	526,66
<b>TOTAL 5.3.1</b>					<b>1.899,12</b>



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha. 5 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.3.2	RESERVATÓRIO CAIXA DE PASSAGEM - SP1				
5.3.2.1	TUBO DE FoFo COM FLANGE E BOLSA JGS L=0,5M DN=150MM	ud	2,00	68,44	136,88
5.3.2.2	CURVA DE FoFo 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	4,00	122,89	491,56
5.3.2.3	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=2,5M DN=150MM	ud	1,00	300,00	300,00
5.3.2.4	EXTREMIDADE DE FoFo FLANGE E PONTA C/ ABA DE VEDAÇÃO DN=150MM	ud	4,00	103,30	413,20
5.3.2.5	TUBO DE FoFo C/ FLANGE E PONTA L=3,0M DN=150MM	ud	1,00	282,24	282,24
5.3.2.6	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=1,5M DN=150MM	ud	1,00	240,00	240,00
5.3.2.7	REGISTRO GAVETA CHATO C/FLANGES E CABEÇOTE DN=150MM	ud	2,00	569,94	1.139,88
5.3.2.8	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=2,0M DN=150MM	ud	1,00	270,00	270,00
TOTAL 5.3.2					3.273,76
5.3.3	RESERVATÓRIO ONE-WAY (EST-170)				
5.3.3.1	TÊ DE FOFO COM BOLSAS DN=150x150MM	ud	2,00	218,47	436,94
5.3.3.2	TUBO DE FOFO COM PONTAS L=2,91M DN=150MM	ud	1,00	203,21	203,21
5.3.3.3	TUBO DE FOFO PONTA FLANGE L=1,00M DN=150MM	ud	4,00	138,86	555,44
5.3.3.4	CURVA DE FoFo 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	4,00	122,89	491,56
5.3.3.5	TOCO DE FoFo COM FLANGES L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	186,08	186,08
5.3.3.6	TÊ DE FOFO COM FLANGES DN=150x100MM	ud	1,00	204,12	204,12
5.3.3.7	REGISTRO DE GAVETA C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	4,00	569,94	2.279,76
5.3.3.8	TOCO DE FoFo PONTA FLANGE L=0,25M DN=150MM	ud	6,00	68,14	408,84
5.3.3.9	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA DUPLA DN=150MM	ud	2,00	356,36	712,72
5.3.3.10	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE DN=150MM	ud	2,00	780,00	1.560,00
5.3.3.11	REGISTRO DE GAVETA C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
5.3.3.12	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=0,80M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.3.3.13	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE DN=150MM	ud	1,00	780,00	780,00
5.3.3.14	CURVA DE FoFo 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	3,00	122,89	368,67
5.3.3.15	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=2,10M DN=150MM	ud	1,00	280,50	280,50
5.3.3.16	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=4,71M DN=150MM	ud	1,00	455,54	455,54
5.3.3.17	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=5,80M DN=150MM	ud	1,00	547,99	547,99
5.3.3.18	TOCO DE FoFo PONTA FLANGE C/ ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	206,30	206,30
5.3.3.19	VÁLVULA DE CONTROLE DE NÍVEL MÁXIMO DN=150MM	ud	1,00	2.240,00	2.240,00
5.3.3.20	EXTREMIDADE DE FoFo FLANGE E PONTA C/ ABA DE VEDAÇÃO DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.3.3.21	CURVA DE FoFo 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	2,00	122,89	245,78
5.3.3.22	TUBO DE FoFo FLANGEADO L=5,80M DN=150MM	ud	3,00	547,99	1.643,97
5.3.3.23	EXTREMIDADE DE FoFo FLANGE E PONTA DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.3.3.24	TUBO DE PVC DEFOFO JE L=6,00M	ud	1,00	73,00	73,00
TOTAL 5.3.3					14.863,56
TOTAL 5.3.0					20.036,44
5.4.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE1 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
5.4.1	SUBESTAÇÃO EM POSTE 75KVA -13,8KV/380-220V				
5.4.1.1	ALÇA PREFORMADA PARA CABO 4 ACSR	ud	3,00	1,00	3,00



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha: 6 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.1.2	ARRUELA QUADRADA AÇO ZINCADO 32X3X18MM	ud	12,00	1,00	12,00
5.4.1.3	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 50MM2	m	60,00	6,25	375,00
5.4.1.4	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 25MM2, COR AZUL CLARO(NEUTRO)	m	20,00	2,90	58,00
5.4.1.5	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 25MM2, COR VD-AM OU VD(PROTEÇÃO)	m	20,00	2,90	58,00
5.4.1.6	CABO DE COBRE NU, 35MM2(ATERRAMENTO DOS PÁRA-RAIOS)	m	30,00	4,11	123,30
5.4.1.7	CABO DE COBRE NU, 25MM2(LIGAÇÕES)	m	15,00	2,90	43,50
5.4.1.8	CAIXA DE PASSAGEM DE ALVENARIA DE 60 X 60 X 60CM	ud	1,00	60,00	60,00
5.4.1.9	CASA DE PASSAGEM DE ALVENARIA DE 0,15X 0,15 X 0,150M	ud	2,00	20,00	40,00
5.4.1.10	CHAVE FUSÍVEL TIPO MATHEUS, 15KV, 100A, 5KA, ELO 5H	ud	3,00	200,00	600,00
5.4.1.11	CONECTOR PARAFUSO BRONZE ESTANHADO 2 PARAFUSO #25MM2	ud	3,00	4,00	12,00
5.4.1.12	CONECTOR PARAFUSO FENDIDO, 16- 70MM2	ud	3,00	2,00	6,00
5.4.1.13	CRUZETA DE CONCRETO DE 2400MM	ud	3,00	16,00	48,00
5.4.1.14	CURVA PLÁSTICA 3 POL - 90 GRAUS	ud	4,00	7,00	28,00
5.4.1.15	DISJUNTOR 3P 125A/10KA	ud	1,00	150,00	150,00
5.4.1.16	ELETRODUTO PVC RÍGIDO ROSQUEAVEL 3"- VARA 3 M	ud	2,00	25,00	50,00
5.4.1.17	GANCHO DE SUSPENSÃO COM OLHAL GALVANIZADO 16MM	ud	3,00	1,70	5,10
5.4.1.18	GRAMPO TENSOR 35MM2	ud	3,00	7,00	21,00
5.4.1.19	HASTE DE TERRA DE AÇO COBREADO, 5/8" X 2,40	ud	6,00	10,89	65,34
5.4.1.20	ISOLADOR DE SUSPENSÃO DE VIDRO, 175MM	ud	6,00	10,00	60,00
5.4.1.21	LUVA PLÁSTICA 3 POL	ud	6,00	5,00	30,00
5.4.1.22	MANILHA SAPATILHA	ud	3,00	3,54	10,62
5.4.1.23	MÃO FRANCESA DE 700MM	ud	6,00	1,90	11,40
5.4.1.24	OLHAL PARA PARAFUSO GALVANIZADO 16MM	ud	3,00	1,70	5,10
5.4.1.25	PARAFUSO CABEÇA QUADRADA AÇO ZINCADO M16X2 - 400MM	ud	12,00	2,20	26,40
5.4.1.26	PÁRA-RAIO TIPO VÁLVULA, 12 KV, 5KA, NEUTRO ATERRADO	ud	3,00	100,00	300,00
5.4.1.27	POSTE DE CONCRETO DT 11M X 400KG	ud	1,00	350,00	350,00
5.4.1.28	QUADRO DE MEDIÇÃO, PADRÃO COELCE, USO EXTERNO, P/15 KV	ud	1,00	330,00	330,00
5.4.1.29	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO, 75KVA, 15KV, 380/220V, TAPES 10,2 A 13,8KV	ud	1,00	2.500,00	2.500,00
TOTAL 5.4.1					5.381,76
5.4.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAS				
5.4.2.1	ILUMINAÇÃO INTERNA E FORÇA				
5.4.2.1.1	BRACADEIRA ZINCADA, TIPO D, 3/4"	ud	30,00	0,28	8,40
5.4.2.1.2	CONDULETE DE ALUMÍNIO, 3/4", TIPO LL	ud	7,00	3,32	23,24
5.4.2.1.3	CONDULETE DE ALUMÍNIO, 3/4", TIPO T	ud	9,00	3,62	32,58
5.4.2.1.4	CONECTOR RETO DE ALUMÍNIO PARA BOX, DE 2"(60MM)	ud	4,00	3,67	14,68
5.4.2.1.5	CURVA DE PVC P/ ELETRODUTO, 90O, 2"(60MM)	ud	4,00	2,42	9,68
5.4.2.1.6	DISJUNTOR 1P, 15A	ud	2,00	9,37	18,74
5.4.2.1.7	ELETRODUTO DE PVC, RÍGIDO, ROSCADO, 3/4"	m	60,00	0,89	53,40
5.4.2.1.8	FIO COBRE ISOL. 750V, 70O, 2,5MM² (PT, OU BR, OU VM)	m	100,00	0,27	27,00
5.4.2.1.9	FIO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 2,5MM2, COR AZUL CLARO(NEUTRO)	m	100,00	0,27	27,00
5.4.2.1.10	FIO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 2,5MM2, COR VERDE-AMARELO OU VERDE(PROTEÇÃO)	m	100,00	0,27	27,00
5.4.2.1.11	INT. 1P, 10A/250V, TIPO 1-08 C/ CONDULETE TIPO LL/LR	ud	1,00	7,41	7,41
5.4.2.1.12	INT. 2P, 10A/250V, TIPO 4-30 C/ CONDULETE TIPO LL/LR	ud	2,00	3,62	7,24
5.4.2.1.13	LÂMPADA INCANDESCENTE 150W/220V	ud	15,00	1,47	22,05
5.4.2.1.14	LUMINÁRIA DE ALUMÍNIO 450, LÂMP. 150W, TIPO WY-26/2	ud	15,00	55,67	835,05
5.4.2.1.15	TOMADA UNIVERSAL 2P+T, 25A/250V, TIPO 5-45, C/CONDULETE TIPO LL/LR	ud	3,00	13,32	39,96
5.4.2.2	ILUMINAÇÃO EXTERNA				



SRH ----&gt; SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha: 7 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.2.2.1	CAIXA DE ALVENARIA DE 20X20X20CM	ud	4,00	20,00	80,00
5.4.2.2.2	CONDULETE DE ALUMÍNIO, 3/4", TIPO LL	ud	2,00	3,32	6,64
5.4.2.2.3	CONDULETE DE ALUMÍNIO, 3/4", TIPO C	ud	1,00	2,82	2,82
5.4.2.2.4	DISJUNTOR 1P, 15A	ud	1,00	9,37	9,37
5.4.2.2.5	ELETRODUTO DE PVC ROSQUEAVEL, 3/4"(25MM)	m	60,00	0,89	53,40
5.4.2.2.6	LÂMPADA VM 400W	ud	1,00	26,61	26,61
5.4.2.2.7	LUMINÁRIA DE ALUMÍNIO C/ VIDRO P/ LÂMPADA VM 400W , REF. TP 205	ud	1,00	102,45	102,45
5.4.2.2.8	POSTE DE FERRO GALV., 8M	ud	1,00	257,95	257,95
5.4.2.2.9	REATOR AF, USO EXTERNO, COM CÉLULA FOTO-ELÉTRICA INCORPORADA, 220V	ud	1,00	45,00	45,00
TOTAL 5.4.2					1.739,67
5.4.3	INSTALAÇÕES DOS MOTORES, QUADROS COMPENSADORES E ACESSÓRIOS				
5.4.3.1	MÓDULO DE ENTRADA/BARRAMENTO(CONFORME PROJETO ELÉTRICO)				
5.4.3.1.1	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 160A/380V	ud	1,00	360,00	360,00
5.4.3.1.2	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 125A/380V	ud	2,00	300,00	600,00
5.4.3.1.3	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 50A/380V	ud	1,00	180,00	180,00
5.4.3.1.4	DISJUNTOR, 1P, 20 A	ud	3,00	9,50	28,50
5.4.3.1.5	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 4A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	7,20	21,60
5.4.3.1.6	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 25A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	10,00	30,00
5.4.3.1.7	COMUTADORA DE VOLTÍMETRO, 10A	ud	1,00	37,00	37,00
5.4.3.1.8	VOLTÍMETRO 96 L ESCALA 0-500V	ud	1,00	139,31	139,31
5.4.3.1.9	CONTATOR 22A, 220V	ud	1,00	110,00	110,00
5.4.3.1.10	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	1,00	70,00	70,00
5.4.3.1.11	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	1,00	100,00	100,00
5.4.3.1.12	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	1,00	402,65	402,65
5.4.3.1.13	BANCO DE CAPACITORES TRIFÁSICO DE 10 KVAR,	ud	1,00	155,00	155,00
5.4.3.1.14	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220 V	ud	1,00	331,83	331,83
5.4.3.1.15	CAIXA DE SOBREPOR 1200X800X350 MM	ud	1,00	420,00	420,00
5.4.3.2	MÓDULO DO MOTOR 1 E 2				
5.4.3.2.1	DISJUNTOR 3P, 100A, P/ PARTIDA DE MOTOR, 50CV	ud	2,00	150,00	300,00
5.4.3.2.2	FUSÍVEL ULTRA-RÁPIDO C/ BASE, 200A	ud	6,00	45,00	270,00
5.4.3.2.3	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 100/5A	ud	6,00	70,76	424,56
5.4.3.2.4	COMUTADORA DE AMPERÍMETRO, 10A	ud	2,00	43,54	87,08
5.4.3.2.5	AMPERÍMETRO 96 L ESCALA 0-100A	ud	2,00	119,36	238,72
5.4.3.2.6	CONTATOR 75A(50CV), 220V	ud	2,00	540,00	1.080,00
5.4.3.2.7	CONTACTOR AUXILIAR 220VCA -, 5NA+3NF	ud	2,00	77,37	154,74
5.4.3.2.8	CONVERSOR P/P. PROGRESSIVA, MOTOR 37KW(50CV), 380V/60HZ	ud	2,00	2.200,00	4.400,00
5.4.3.2.9	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	2,00	35,00	70,00
5.4.3.2.10	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	2,00	93,26	186,52
5.4.3.2.11	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	2,00	402,50	805,00
5.4.3.2.12	CHAVE C/RET. 3 POSICOES A-0-M, PT, 22,5MM	ud	2,00	64,50	129,00
5.4.3.2.13	BOTÃO DESLIGA 22,5MM VD 1NF	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.3.2.14	BOTÃO LIGA 22,5MM VM 1NA	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.3.2.15	SINALEIRO 22,5MM, VM	ud	2,00	55,00	110,00
5.4.3.2.16	SINALEIRO 22,5MM, VD	ud	2,00	55,00	110,00



SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO II (EST. 50+4,00 A 290)

Folha: 8 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.3.2.17	HORÍMETRO TOTALIZADOR, 6 DÍGITOS, 91X72MM, PAINEL, 220V	ud	2,00	121,04	242,08
5.4.3.2.18	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220 V	ud	2,00	332,18	664,36
5.4.3.2.19	CHAVE BOÍÁ NÍVEL SUPERIOR-NF-220 V, AUTOMÁTICO	ud	1,00	16,00	16,00
5.4.3.2.20	CHAVE BOÍÁ NÍVEL INFERIOR-NA-220 V	ud	1,00	16,00	16,00
5.4.3.2.21	CAIXA DE SOBREPOR 1200X600X350 MM	ud	2,00	420,00	840,00
5.4.3.2.22	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 25MM² (PRETO)	m	50,00	4,00	200,00
5.4.3.2.23	VERDE(PROTEÇÃO)	m	15,00	2,20	33,00
5.4.3.2.24	CONECTOR RETO DE ALUMÍNIO PARA BOX. DE 1 (32MM)	ud	4,00	3,84	15,36
5.4.3.2.25	CURVA DE PVC P/ ELETRODUTO, 90°, 1 "(32MM)	ud	4,00	1,69	6,77
5.4.3.2.26	ELETRODUTO DE PVC, RÍGIDO, ROSCADO, 1 "(32MM)	m	15,00	2,87	43,02
5.4.3.2.27	ELETRODUTO FLEXÍVEL, TIPO "SEAL-TUBE", 1 "(32MM)	m	4,00	4,80	19,20
5.4.3.2.29	MICELÂNIA(BUCHAS, PARAFUSOS ETC)	vb	1,00	679,27	679,27
TOTAL 5.4.3					14.264,77
5.4.4	EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO				
5.4.4.1	QUADRO ELÉTRICO COM RÁDIO RECEPTOR(ELPRO 105U) , INCLUINDO POSTE ( CONFORME PROJETO) - EE 1	ud	1,00	4.500,00	4.500,00
5.4.4.2	QUADRO ELÉTRICO COM RÁDIO TRANSCPTOR(ELPRO 105U) , INCLUINDO POSTE ( CONFORME PROJETO) - SP1	ud	1,00	4.500,00	4.500,00
5.4.4.3	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 4MM²	m	1.100,00	0,75	825,00
TOTAL 5.4.4					9.825,00
TOTAL 5.4.0					31.211,20
TOTAL 5.0.0					374.382,22
TOTAL GERAL - TRECHO II					504.764,68



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)				
RESUMO DOS INVESTIMENTOS				
ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	TOTAL DO ITEM	ACUMULADO	% SOBRE O TOTAL
2.0.0	SERVIÇOS PRELIMINARES	10.648,80	10.648,80	1,07
3.0.0	OBRA CIVIL			
3.1.0	ADUTORA	75.432,09	86.080,89	7,60
3.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2	25.293,46	111.374,35	2,55
3.3.0	RESERVAÇÃO	51.108,49	162.482,84	5,15
4.0.0	MONTAGEM			
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	18.918,20	181.401,04	1,91
4.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS E HIDROMECÂNICOS	600,00	182.001,04	0,06
4.3.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	3.900,00	185.901,04	0,39
4.4.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	930,00	186.831,04	0,09
5.0.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS			
5.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	691.610,13	878.441,17	69,66
5.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS E HIDROMECÂNICOS	35.188,96	913.630,13	3,54
5.3.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	20.890,08	934.520,21	2,10
5.4.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	58.269,97	992.790,18	5,87
TOTAL GERAL - TRECHO III		992.790,18	✓	100,00



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH —> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 1 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
2.0.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				
2.1.0	DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO DE ÁRVORES(D<=0,15M)	m <sup>2</sup>	29.580,00	0,07	2.070,60
2.2.0	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DA ADUTORA COM ESTAQUEAMENTO DE 20 EM 20 m	m	9.860,00	0,53	5.225,80
2.3.0	CADASTRO DA ADUTORA	m	9.860,00	0,34	3.352,40
	<b>TOTAL 2.0.0</b>				<b>10.648,80</b>
3.0.0	OBRA CIVIL				
3.1.0	ADUTORA				
3.1.1	CAIXA DE PROTEÇÃO PARA REGISTROS E VENTOSAS - TIPO I	ud	39,00	148,96	5.809,44
3.1.2	PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES ELEVADAS	m <sup>2</sup>	172,55	324,37	55.970,04
3.1.3	FUNDAÇÃO PARA PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES- CICLÓPICO	m <sup>3</sup>	82,17	157,09	12.907,56
3.1.4	BLOCO DE ANCORAGEM CONCRETO SIMPLES	m <sup>2</sup>	3,18	234,29	745,04
	<b>TOTAL 3.1.0</b>				<b>75.432,09</b>
3.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2				
3.2.1	LIMPEZA MANUAL COM CAPINAGEM E RASPAGEM DO TERRENO	m <sup>2</sup>	400,00	0,72	288,00
3.2.2	LOCAÇÃO DA OBRA COM GUIAS DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	100,00	1,45	145,00
3.2.3	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1a. 200<DM<400	m <sup>3</sup>	70,00	1,76	123,20
3.2.4	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 3a. 50<DM<100	m <sup>3</sup>	21,00	16,51	346,71
3.2.5	REATERROS DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MANUAL	m <sup>3</sup>	35,00	8,74	305,90
3.2.6	CAIXA PARA REGISTRO E/OU VENTOSA, TIPO I	ud	2,00	148,96	297,92
3.2.7	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS APOIADAS FCK 15 MPA	m <sup>3</sup>	9,60	516,00	4.953,60
3.2.8	ALVENARIA DE 1 VEZ COM TIJOLO FURADO E=20CM	m <sup>2</sup>	102,00	23,08	2.354,16
3.2.9	ALVENARIA DE ELEMENTOS VAZADOS DE CONCRETO PRE-MOLDADO	m <sup>2</sup>	16,00	37,23	595,68
3.2.10	COBERTURA EM TELHA CANALETE 49, PARA VÃO DE 2,0 A 7,00M, INCLUINDO MADEIRAMENTO, PINTURA A CARBOLINEUM A DUAS DEMÃOS E DEMAIS ACESSÓRIOS	m <sup>2</sup>	91,00	53,70	4.886,70
3.2.11	CHAPISCO DE ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA	m <sup>2</sup>	204,00	1,96	399,84
3.2.12	REBOCO PARA USO GERAL	m <sup>2</sup>	204,00	9,31	1.899,24
3.2.13	PINTURA COM MASSA CORRIDA E TINTA LÁTEX	m <sup>2</sup>	204,00	6,41	1.307,64
3.2.14	PORTA DE ENROLAR EM AÇO, COM GUARNIÇÕES E FERRAGENS DE 1a. QUALIDADE, INCLUINDO ASSENTAMENTO, LIXAMENTO, EMASSAMENTO E PINTURA A ÓLEO EM DUAS DEMÃOS	m <sup>2</sup>	6,25	117,95	737,19
3.2.15	PORTA DE MADEIRA DE LEI, COM GUARNIÇÕES E FERRAGENS DE 1a. QUALIDADE, INCLUSIVE, ASSENTAMENTO, EMASSAMENTO, LIXAMENTO E PINTURA A ÓLEO EM 3 DEMÃOS	m <sup>2</sup>	2,00	183,29	366,58
3.2.16	ARGAMASSA PARA REGULARIZAÇÃO (CIMENTO E AREIA), TRACO 1:5	m <sup>3</sup>	1,50	104,03	156,05





SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 2 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
3.2.17	EXECUCAO DE PISO EM CIMENTADO DESEMPENADO E=1,5CM C/ LASTRO DE CONCRETO E=6CM E JUNTA ELÁSTICA	m <sup>2</sup>	30,00	22,04	661,20
3.2.18	FERRO GALVANIZADO D=1 1/2" INCLUSIVE PINTURA A ÓLEO EM DUAS DEMÃOS SOB BASE ANTICORROSIVA	m	16,00	68,12	1.089,92
3.2.19	CERCA COM ESTACAS CURVAS DE CONCRETO DE 2,20M COM 12 FIOS	m	90,00	10,94	984,60
3.2.20	ASSENT. DE PORTAO DE ACESSO EM TUBOS DE FERRO GALVANIZADO	ud	2,00	20,07	40,14
3.2.21	PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPIEDO SOBRE CÓXIM DE AREIA	m <sup>2</sup>	70,00	18,42	1.289,40
3.2.22	EXECUCAO DE GUIAS OU MEIO-FIO	m	40,00	10,37	414,80
3.2.23	PORTÃO DE ACESSO EM TUBOS DE FERRO GALVANIZADO, COM GUARNIÇÕES E FERRAGENS DE 1ª. QUALIDADE, INCLUINDO ASSENTAMENTO, EMASSAMENTO, LIXAMENTO E PINTURA A ÓLEO EM DUAS DEMÃOS	m <sup>2</sup>	13,20	125,00	1.650,00
TOTAL 3.2.0					25.293,46
3.3.0	RESERVAÇÃO				
3.3.1	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100M <sup>3</sup>				
3.3.1.1	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DAS OBRAS COM GABARITO DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	50,00	1,45	72,50
3.3.1.2	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª. 200<DM<400	m <sup>3</sup>	34,00	1,76	59,84
3.3.1.3	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 3ª. 50<DM<100	m <sup>3</sup>	8,50	16,51	140,34
3.3.1.4	REATERRO DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECÂNICA	m <sup>3</sup>	5,00	5,32	26,60
3.3.1.7	CAIXA PARA REGISTRO E/OU VENTOSA, TIPO I	ud	1,00	148,96	148,96
3.3.1.8	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS APOIADAS FCK 15 MPA	m <sup>3</sup>	31,00	516,08	15.998,48
3.3.1.9	CONFECÇÃO E LANÇAMENTO DE CONCRETO 150 KG/M <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	3,60	150,10	540,36
3.3.1.10	PINTURA A BASE DE CAL INDUSTRIAL ATÉ 3 DEMÃOS	m <sup>2</sup>	116,00	2,19	254,04
3.3.1.11	IMPERMEABILIZAÇÃO SEMI-RÍGIDA COM ARGAMASSA ACRÍLICA	m <sup>2</sup>	111,13	30,47	3.386,13
TOTAL 3.3.1					20.627,25
3.3.2	RESERVATÓRIO CAIXA DE PASSAGEM-SP2 PRÉ-MOLDADO COM ALTURA DE 3,5M E CAPACIDADE DE 25M <sup>3</sup>	ud	1,00	10.000,00	10.000,00
TOTAL 3.3.2					10.000,00
3.3.3	RESERVATÓRIO ONE-WAY (EST-720)				
3.3.3.1	LOCAÇÃO DA OBRA COM GUIAS DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	25,00	1,45	36,25
3.3.3.2	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª. 200<DM<400	m <sup>3</sup>	22,00	1,76	38,72
3.3.3.3	REATERROS DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MANUAL	m <sup>3</sup>	5,00	8,74	43,70
3.3.3.4	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS ELEVADAS FCK=15MPA	m <sup>3</sup>	30,00	675,00	20.250,00
3.3.3.5	CONCRETO USINADO, NAO ESTRUTURAL, CONSUMO MINIMO DE 150 KG	m <sup>3</sup>	0,75	150,10	112,58
TOTAL 3.3.2					20.481,25
TOTAL 3.3.0					51.108,49
TOTAL 3.0.0					151.834,04



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 3 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
4.0.0	MONTAGEM				
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES				
4.1.1	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE FøFø COM JUNTA ELÁSTICA DE 150MM	m	4.220,00	1,81	7.638,20
4.1.2	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE FøFø COM JUNTA ELÁSTICA DE 200MM	m	5.640,00	2,00	11.280,00
	TOTAL 4.1.0				18.918,20
4.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS E HIDROMECAÑICOS				
4.2.1	MONTAGEM DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRIFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 15,42l/seg, ALTURA MANÔMETRICA DE 122,15m. POTÊNCIA DO MOTOR DE 60CV/3.500RPM	ud	2,00	300,00	600,00
	TOTAL 4.2.0				600,00
4.3.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS ELETRICOS				
4.3.1	INSTALAÇÃO E MONTAGEM DE SUBESTAÇÃO AÉREA DE 112,5KVA	ud	1,00	900,00	900,00
4.3.2	INSTALAÇÕES PREDIAIS CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	700,00	700,00
4.3.3	INSTALAÇÕES DE FORÇA(QUADROS, COMPENSADORES E ACESSÓRIOS) CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	1.100,00	1.100,00
4.3.4	INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO	ud	1,00	1.200,00	1.200,00
	TOTAL 4.3.0				3.900,00
4.4.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS				
4.4.1	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECAÑICO DO RESERVATÓRIO APOIADO DE VOLUME = 100 M³	ud	1,00	330,00	330,00
4.4.2	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECAÑICO DO RESERVATÓRIO CAIXA DE PASSAGEM - SP2	ud	1,00	300,00	300,00
4.4.3	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECAÑICO DO RESERVATÓRIO ONE-WAY(EST-720)	ud	1,00	300,00	300,00
	TOTAL 4.4.0				930,00
	TOTAL 4.0.0				24.348,20
5.0.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS				
5.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES				
5.1.1	TUBOS FOFO JUNTA ELASTICA PB CLASSE K 7-150MM	m	4.431,00	53,96	239.096,76
5.1.2	TUBOS FOFO JUNTA ELASTICA PB CLASSE K 7-200MM	m	5.922,00	72,81	431.180,82
5.1.3	CURVA 45° COM BOLSAS - EM FERRO FUNDIDO-200MM	ud	6,00	183,35	1.100,10
5.1.4	VENTOSAS TRÍPLICE FUNCAO C/ FLANGE DN=50MM	ud	18,00	296,40	5.335,20
5.1.5	CURVA 45° FLANGEADA FOFO / 50MM	ud	21,00	32,55	683,55
5.1.6	TE COM BOLSA E FLANGE FOFO (150 X 50)	ud	9,00	98,13	883,17
5.1.7	TE COM BOLSA E FLANGE FOFO (200 X 50)	ud	30,00	181,32	5.439,60



SRH ----&gt; SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 4 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.1.8	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E CAB/ 50MM	ud	21,00	121,68	2.555,28
5.1.9	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E VOLANTE/ 50MM	ud	18,00	118,94	2.140,92
5.1.10	TUBO COM PONTA FLANGE 50MM FOFO L=6,00 m	ud	21,00	152,13	3.194,73
TOTAL 5.1.0					691.610,13
5.2.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS E HIDROMECAÑICOS				
5.2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRIFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 15,42l/seg, ALTURA MANÔMETRICA DE 122,15m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 60CV/3.500 RPM	ud	2,00	6.540,00	13.080,00
5.2.2	CRIVO DN=150MM	ud	1,00	185,00	185,00
5.2.3	CURVA DE FoFo 90° C/ FLANGES DN=150MM	ud	7,00	122,89	860,23
5.2.4	TOCO DE FoFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.5	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,18M DN=150MM	ud	1,00	208,00	208,00
5.2.6	REGISTRO DE GAVETA CHATO C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	3,00	569,94	1.709,82
5.2.7	TOCO DE FoFo C/ FLANGES L=0,25M DN=150MM	ud	8,00	68,00	544,00
5.2.8	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE DN=150MM	ud	6,00	780,00	4.680,00
5.2.9	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,80M DN=150MM	ud	1,00	277,00	277,00
5.2.10	TÊ DE FoFo COM FLANGES L=0,44 DN=150MM	ud	3,00	218,47	655,41
5.2.11	REDUÇÃO EXCÊNTRICA C/FLANGES L= 600MM(EM AÇO) DN=150 x.....MM	ud	2,00	131,07	262,14
5.2.12	REDUÇÃO CONCÊNTRICA C/FLANGES L=600MM(EM AÇO) DN=.....x150MM	ud	2,00	104,15	208,30
5.2.13	TOCO DE FoFo COM FLANGES L=0,50M DN=150MM	ud	2,00	122,00	244,00
5.2.14	CURVA DE 90° FoFo COM FLANGES E PÊ DN=150MM	ud	2,00	191,16	382,32
5.2.15	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA DUPLA DN=150MM	ud	2,00	356,36	712,72
5.2.16	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=0,91M DN=150MM	ud	2,00	206,60	413,20
5.2.17	VÁLVULA BORBOLETA COM FLANGE SÉRIE AWWA DN=150MM	ud	2,00	602,65	1.205,30
5.2.18	FLANGE CEGO FoFo DN=150MM	ud	1,00	74,34	74,34
5.2.19	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,36M DN=150MM	ud	1,00	220,00	220,00
5.2.20	VÁLVULA SUSTENTADORA DE PRESSÃO OU ALÍVIO - S 730 DN=150MM	ud	1,00	6.860,00	6.860,00
5.2.21	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,30M DN=150MM	ud	2,00	212,00	424,00
5.2.22	TUBO DE FoFo FLANGE PONTA L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.23	CURVA DE 90° FoFo COM BOLSA DN=150MM	ud	2,00	136,55	273,10
5.2.24	TOCO DE FoFo C/ PONTAS L=5,80M DN=150MM	ud	1,00	396,60	396,60
5.2.25	TUBO DE FoFo PONTA BOLSA L=2,60M DN=150MM	ud	1,00	190,00	190,00
5.2.26	TOCO DE FoFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=100MM	ud	1,00	116,50	116,50
5.2.27	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,00M DN=100MM	ud	1,00	121,36	121,36
5.2.28	REGISTRO DE GAVETA CHATO C/FLANGES E VOLANTE DN=100MM	ud	1,00	328,80	328,80
5.2.29	TUBO COM PONTAS FoFo L=1,67M DN=200MM	ud	1,00	143,62	143,62
TOTAL 5.2.0					35.188,96
5.3.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS				
5.3.1	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100M³				
5.3.1.1	EXTREMIDADE DE FoFo C/FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	2,00	116,50	233,00
5.3.1.2	CURVA DE FoFo 90° COM FLANGES DN=150MM	ud	2,00	122,89	245,78
5.3.1.3	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=2,80M DN=150MM	ud	2,00	310,29	620,58



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 5 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.3.1.4	CURVA DE FøFø 90° COM BOLSAS DN=150MM	ud	2,00	136,55	273,10
5.3.1.5	TUBO DE FøFø COM FLANGES L=6,00M DN=150MM	ud	1,00	526,66	526,66
TOTAL 5.3.1					1.899,12
5.3.2	RESERVATÓRIO CAIXA DE PASSAGEM - SP2				
5.3.2.1	TUBO DE FøFø COM FLANGE E BOLSA JGS L=0,5M DN=150MM	ud	1,00	68,44	68,44
5.3.2.2	CURVA DE FøFø 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	4,00	122,89	491,56
5.3.2.3	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=2,5M DN=150MM	ud	1,00	300,00	300,00
5.3.2.4	EXTREMIDADE DE FøFø FLANGE E PONTA C/ ABA DE VEDAÇÃO DN=150MM	ud	3,00	103,30	309,90
5.3.2.5	TUBO DE FøFø C/ FLANGE E PONTA L=3,0M DN=150MM	ud	1,00	282,24	282,24
5.3.2.6	EXTREMIDADE DE FøFø FLANGE E PONTA C/ ABA DE VEDAÇÃO DN=200MM	ud	1,00	145,14	145,14
5.3.2.7	CURVA DE FøFø 90° COM FLANGE DN=200MM	ud	1,00	191,16	191,16
5.3.2.8	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=1,5M DN=200MM	ud	1,00	378,70	378,70
5.3.2.9	REGISTRO DE FøFø CHATO C/FLANGES E CABEÇOTE DN=200MM	ud	1,00	881,40	881,40
5.3.2.10	TUBO DE FøFø COM FLANGE E BOLSA JGS L=0,5M DN=200MM	ud	1,00	231,16	231,16
5.3.2.11	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=2,0M DN=150MM	ud	1,00	277,73	277,73
5.3.2.12	REGISTRO DE FøFø CHATO C/FLANGES E CABEÇOTE DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
TOTAL 5.3.2					4.127,37
5.3.3	RESERVATÓRIO ONE-WAY (EST-720)				
5.3.3.1	TÊ DE FOFO COM BOLSAS DN=150x150MM	ud	2,00	218,47	436,94
5.3.3.2	TUBO DE FOFO COM PONTAS L=2,91M DN=150MM	ud	1,00	203,21	203,21
5.3.3.3	TUBO DE FOFO PONTA FLANGE L=1,00M DN=150MM	ud	4,00	138,86	555,44
5.3.3.4	CURVA DE FøFø 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	4,00	122,89	491,56
5.3.3.5	TOCO DE FøFø COM FLANGES L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	186,08	186,08
5.3.3.6	TÊ DE FOFO COM FLANGES DN=150x100MM	ud	1,00	204,12	204,12
5.3.3.7	REGISTRO DE GAVETA C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	4,00	569,94	2.279,76
5.3.3.8	TOCO DE FøFø PONTA FLANGE L=0,25M DN=150MM	ud	6,00	68,14	408,84
5.3.3.9	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA DUPLA DN=150MM	ud	2,00	356,36	712,72
5.3.3.10	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE DN=150MM	ud	2,00	780,00	1.560,00
5.3.3.11	REGISTRO DE GAVETA C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
5.3.3.12	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=0,80M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.3.3.13	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE DN=150MM	ud	1,00	780,00	780,00
5.3.3.14	CURVA DE FøFø 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	3,00	122,89	368,67
5.3.3.15	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=2,10M DN=150MM	ud	1,00	280,50	280,50
5.3.3.16	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=4,71M DN=150MM	ud	1,00	455,54	455,54
5.3.3.17	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=5,80M DN=150MM	ud	1,00	547,99	547,99
5.3.3.18	TOCO DE FøFø PONTA FLANGE C/ ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	206,30	206,30
5.3.3.19	VÁLVULA DE CONTROLE DE NÍVEL MÁXIMO DN=150MM	ud	1,00	2.240,00	2.240,00
5.3.3.20	EXTREMIDADE DE FøFø FLANGE E PONTA C/ ABA DE VEDAÇÃO DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.3.3.21	CURVA DE FøFø 90° COM FLANGE DN=150MM	ud	2,00	122,89	245,78
5.3.3.22	TUBO DE FøFø FLANGEADO L=5,80M DN=150MM	ud	3,00	548,00	1.644,00
5.3.3.23	EXTREMIDADE DE FøFø FLANGE E PONTA DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.3.3.24	TUBO DE PVC DEFOFO JE L=6,00M	ud	1,00	73,00	73,00
TOTAL 5.3.3					14.863,59



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 6 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
<b>TOTAL 5.3.0</b>					<b>20.890,08</b>
<b>5.4.0</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE2 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS</b>				
5.4.1	SUBESTAÇÃO EM POSTE 112,5kVA -13,8KV/380-220V				
5.4.1.1	ALÇA PERFORMADA PARA CABO 4 ACSR	ud	3,00	1,00	3,00
5.4.1.2	ARRUELA QUADRADA AÇO ZINCADO 32X3X18MM	ud	12,00	1,00	12,00
5.4.1.3	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 70MM2	m	60,00	8,73	523,80
5.4.1.4	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 35MM2, COR AZUL CLARO(NEUTRO)	m	20,00	4,56	91,20
5.4.1.5	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 35MM2, COR VD-AM OU VD(PROTEÇÃO)	m	20,00	3,50	70,00
5.4.1.6	CABO DE COBRE NU, 35MM2(ATERRAMENTO DOS PARA-RAIOS)	m	30,00	4,11	123,30
5.4.1.7	CABO DE COBRE NU, 25MM2(LIGAÇÕES)	m	15,00	3,50	52,50
5.4.1.8	CAIXA DE PASSAGEM DE ALVENARIA DE 0,15 X 0,15 X 0,15CM	ud	2,00	20,00	40,00
5.4.1.9	CAIXA DE PASSAGEM DE ALVENARIA DE 80 X 80 X 80CM	ud	1,00	80,00	80,00
5.4.1.10	CHAVE FUSIVEL TIPO MATHEUS, 15KV, 100A, 5KA, ELO 6K	ud	3,00	200,00	600,00
5.4.1.11	CONECTOR PARAFUSO BRONZE ESTANHADO 2 PARAFUSO #25MM2	ud	3,00	4,00	12,00
5.4.1.12	CONECTOR PARAFUSO FENDIDO, 16- 70MM2	ud	3,00	2,00	6,00
5.4.1.13	CRUZETA DE CONCRETO DE 2400MM	ud	3,00	16,00	48,00
5.4.1.14	CURVA PLÁSTICA 3 POL - 90 GRAUS	ud	4,00	7,00	28,00
5.4.1.15	DISJUNTOR 3P 175A/10KA	ud	1,00	250,00	250,00
5.4.1.16	ELETRODUTO PVC RÍGIDO ROSQUEAVEL 3"- VARA 3 M	ud	2,00	25,00	50,00
5.4.1.17	GANCHO DE SUSPENSÃO COM OLHAL GALVANIZADO 16MM	ud	3,00	1,70	5,10
5.4.1.18	GRAMPO TENSOR 35MM2	ud	3,00	7,00	21,00
5.4.1.19	HASTE DE TERRA DE AÇO COBREADO, 5/8" X 2,40	ud	6,00	10,89	65,34
5.4.1.20	ISOLADOR DE SUSPENSÃO DE VIDRO, 175MM	ud	6,00	10,00	60,00
5.4.1.21	LUVA PLÁSTICA 3 POL	ud	6,00	5,00	30,00
5.4.1.22	MANILHA SAPATILHA	ud	3,00	3,54	10,62
5.4.1.23	OLHAL PARA PARAFUSO GALVANIZADO 16MM	ud	3,00	1,70	5,10
5.4.1.24	PARAFUSO CABEÇA QUADRADA AÇO ZINCADO M16X2 - 400MM	ud	12,00	2,20	26,40
5.4.1.25	PÁRA-RAIO TIPO VÁLVULA, 12 KV, 5KA, NEUTRO ATERRADO	ud	3,00	100,00	300,00
5.4.1.26	POSTE DE CONCRETO DT 11M X 400KG	ud	1,00	350,00	350,00
5.4.1.27	QUADRO DE MEDIÇÃO, PADRÃO COELCE, USO EXTERNO, P/15 KV	ud	1,00	330,00	330,00
5.4.1.28	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO, 112,5KVA, 15KV, 380/220V, TAPES 10,2 A 13,8KV	ud	1,00	3.200,00	3.200,00
<b>TOTAL 5.4.1</b>					<b>6.393,36</b>
5.4.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAS				
5.4.2.1	ILUMINAÇÃO INTERNA E FORÇA				
5.4.2.1.1	BRACADEIRA ZINCADA, TIPO D, 3/4"	ud	30,00	0,28	8,40
5.4.2.1.2	CONDULETE DE ALUMÍNIO, 3/4", TIPO LL	ud	7,00	3,32	23,24
5.4.2.1.3	CONDULETE DE ALUMÍNIO, 3/4", TIPO T	ud	9,00	3,62	32,58
5.4.2.1.4	CONECTOR RETO DE ALUMÍNIO PARA BOX, DE 2"(60MM)	ud	4,00	3,67	14,68
5.4.2.1.5	CURVA DE PVC P/ ELETRODUTO, 900, 2"(60MM)	ud	4,00	2,42	9,68
5.4.2.1.6	DISJUNTOR 1P, 15A	ud	2,00	9,37	18,74
5.4.2.1.7	ELETRODUTO DE PVC, RÍGIDO, ROSCADO, 3/4"	m	60,00	0,89	53,40
5.4.2.1.8	FIO COBRE ISOL. 750V, 70°, 2,5MM² (PT, OU BR, OU VM)	m	100,00	0,27	27,00
5.4.2.1.9	FIO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 2,5MM², COR AZUL CLARO(NEUTRO)	m	100,00	0,27	27,00



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 7 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.2.1.10	VERDE(PROTEÇÃO)	m	100,00	0,27	27,00
5.4.2.1.11	INT. 1P, 10A/250V, TIPO 1-08 C/ CONDULETE TIPO LL/LR	ud	1,00	7,41	7,41
5.4.2.1.12	INT. 2P, 10A/250V, TIPO 4-30 C/ CONDULETE TIPO LL/LR	ud	2,00	3,62	7,24
5.4.2.1.13	LÂMPADA INCANDESCENTE 150W/220V	ud	15,00	1,47	22,05
5.4.2.1.14	LUMINÁRIA DE ALUMÍNIO 450, LÂMP. 150W, TIPO WY-26/2	ud	15,00	55,67	835,05
5.4.2.1.15	TOMADA UNIVERSAL 2P+T, 25A/250V, TIPO 5-45, C/ CONDULETE TIPO LL/LR	ud	3,00	13,32	39,96
5.4.2.2	ILUMINAÇÃO EXTERNA				
5.4.2.2.1	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70º, 95MM2, COR AZUL CLARO(NEUTRO)	m	15,00	11,13	166,95
5.4.2.2.2	CAIXA DE ALVENARIA DE 20X20X20CM	ud	4,00	20,00	80,00
5.4.2.2.3	CONDULETE DE ALUMÍNIO, ¾", TIPO LL	ud	2,00	3,32	6,64
5.4.2.2.4	CONDULETE DE ALUMÍNIO, ¾", TIPO C	ud	1,00	2,82	2,82
5.4.2.2.5	DISJUNTOR 1P, 15A	ud	1,00	9,37	9,37
5.4.2.2.6	ELETRODUTO DE PVC ROSQUEAVEL, ¾"(25MM)	m	60,00	0,89	53,40
5.4.2.2.7	LÂMPADA VM 400W	ud	1,00	28,61	28,61
5.4.2.2.8	LUMINÁRIA DE ALUMÍNIO C/ VIDRO P/ LÂMPADA VM 400W, REF. TP 205	ud	1,00	102,45	102,45
5.4.2.2.9	POSTE DE FERRO GALV., 8M	ud	1,00	257,95	257,95
5.4.2.2.10	REATOR AF, USO EXTERNO, COM CÉLULA FOTO-ELÉTRICA INCORPORADA, 220V	ud	1,00	45,00	45,00
	TOTAL 5.4.2				1.906,62
5.4.3	INSTALAÇÕES DOS MOTORES, QUADROS COMPENSADORES E ACESSÓRIOS				
5.4.3.1	MÓDULO DE ENTRADA/BARRAMENTO				
5.4.3.1.1	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 160A/380V(Q0)	ud	1,00	360,00	360,00
5.4.3.1.2	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 160A/380V(Q1 e Q2)	ud	2,00	320,00	640,00
5.4.3.1.3	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 50A/380V(Q3)	ud	1,00	180,00	180,00
5.4.3.1.4	DISJUNTOR 1P, 20A	ud	3,00	9,50	28,50
5.4.3.1.5	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 4A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	7,20	21,60
5.4.3.1.6	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 25A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	10,00	30,00
5.4.3.1.7	COMUTADORA DE VOLTÍMETRO, 10A	ud	1,00	37,00	37,00
5.4.3.1.8	VOLTÍMETRO 96 L ESCALA 0-500V	ud	1,00	139,31	139,31
5.4.3.1.9	CONTATOR 22A, 220V	ud	1,00	110,00	110,00
5.4.3.1.10	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	1,00	70,00	70,00
5.4.3.1.11	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	1,00	100,00	100,00
5.4.3.1.12	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	1,00	402,65	402,65
5.4.3.1.13	BANCO DE CAPACITORES TRIFÁSICO DE 10 KVAR;	ud	1,00	155,00	155,00
5.4.3.1.14	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220V	ud	1,00	331,83	331,83
5.4.3.1.15	CAIXA DE SOBREPOR 1200X800X350 MM	ud	1,00	420,00	420,00
5.4.3.2	MÓDULO DA BOMBA 1 E 2				
5.4.3.2.1	DISJUNTOR 3P, 100A, 50KA P/ PARTIDA DE MOTOR, 60CV	ud	2,00	150,00	300,00
5.4.3.2.2	FUSÍVEL ULTRA-RÁPIDO C/ BASE, 200A	ud	6,00	45,00	270,00
5.4.3.2.3	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 100/5A	ud	6,00	70,76	424,56
5.4.3.2.4	COMUTADORA DE AMPERÍMETRO, 10A	ud	2,00	43,54	87,08
5.4.3.2.5	AMPERÍMETRO 96 L ESCALA 0-100A	ud	2,00	119,36	238,72
5.4.3.2.6	CONTATOR 85A(60CV), 220V	ud	4,00	630,00	2.520,00



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO III (EST. 290 A 783)

Folha: 8 / 8

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.3.2.7	CONTACTOR AUXILIAR 220VCA -, 5NA+3NF	ud	2,00	77,37	154,74
5.4.3.2.8	CONVERSOR P/P. PROGRESSIVA, MOTOR 37KW(60CV), 380V/60HZ	ud	2,00	2.200,00	4.400,00
5.4.3.2.9	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	2,00	35,00	70,00
5.4.3.2.10	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	2,00	93,26	186,52
5.4.3.2.11	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	2,00	402,50	805,00
5.4.3.2.12	CHAVE C/RET. 3 POSICOES A-0-M, PT, 22,5MM	ud	2,00	64,50	129,00
5.4.3.2.13	BOTÃO DESLIGA 22,5MM VD 1NF	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.3.2.14	BOTÃO LIGA 22,5MM VM 1NA	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.3.2.15	SINALEIRO 22,5MM, VM	ud	2,00	55,00	110,00
5.4.3.2.16	SINALEIRO 22,5MM, VD	ud	2,00	55,00	110,00
5.4.3.2.17	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO,100,220V	ud	2,00	121,04	242,08
5.4.3.2.18	HORÍMETRO TOTALIZADOR, 6 DÍGITOS, 91X72MM, PAINEL, 220V	ud	1,00	332,18	332,18
5.4.3.2.19	CHAVE BOIA NÍVEL SUPERIOR-NF-220 V	ud	1,00	16,00	16,00
5.4.3.2.20	CHAVE BOIA NÍVEL INFERIOR-NA-220 V	ud	1,00	16,00	16,00
5.4.3.2.21	CAIXA DE SOBREPOR 1200X800X350 MM	ud	2,00	420,00	840,00
5.4.3.2.22	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 25MM² (PRETO)	m	50,00	4,00	200,00
5.4.3.2.23	CABO DE COBRE ISOL. 750V, 70°, 16MM², COR VERDE-AMARELO OU VERDE(PROTEÇÃO)	m	15,00	2,20	33,00
5.4.3.2.24	CONECTOR RETO DE ALUMÍNIO PARA BOX, DE 1 (32MM)	ud	4,00	3,84	15,36
5.4.3.2.25	CURVA DE PVC P/ ELETRODUTO, 90°, 1 "(32MM)	ud	4,00	1,69	6,77
5.4.3.2.26	ELETRODUTO DE PVC, RÍGIDO, ROSCADO, 1 "(32MM)	m	15,00	2,87	43,02
5.4.3.2.27	ELETRODUTO FLEXÍVEL, TIPO "SEAL-TUBE", 1 "(32MM)	m	4,00	4,80	19,20
5.4.3.2.29	MICELÂNIA(BUCHAS, PARAFUSOS ETC)	vb	1,00	736,67	736,67
TOTAL 5.4.3					15.469,99
5.4.4	EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO				
5.4.4.1	QUADRO ELÉTRICO COM RADIO TRANSMISSOR(ELPRO 505U) C/ POSTE ( CONFORME PROJETO)	ud	1,00	4.500,00	4.500,00
TOTAL 5.4.4					4.500,00
5.4.5	AMPLIAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA TRIFÁSICA, 13,8KV	km	3,00	10.000,00	30.000,00
TOTAL 5.4.5					30.000,00
TOTAL 5.4.0					58.269,97
TOTAL 5.0.0					805.969,14
TOTAL GERAL - TRECHO III					992.790,18



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)				
RESUMO DOS INVESTIMENTOS				
ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	TOTAL DO ITEM	ACUMULADO	% SOBRE O TOTAL
2.0.0	SERVIÇOS PRELIMINARES	3.931,20	3.931,20	0,59
3.0.0	OBRA CIVIL			
3.1.0	ADUTORA	53.739,61	57.670,81	8,06
3.2.0	ETA	7.500,00	65.170,81	1,13
3.3.0	RESERVAÇÃO	83.838,70	149.009,51	12,58
4.0.0	MONTAGEM			
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	8.125,35	157.134,86	1,22
4.2.0	ETA - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E DE TRATAMENTO	10.385,00	167.519,86	1,56
4.3.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA E LAVAGEM DE FITROS - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	1.800,00	169.319,86	0,27
4.4.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	1.300,00	170.619,86	0,20
5.0.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS			
5.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES	307.005,85	477.625,70	46,07
5.2.0	ETA - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E DE TRATAMENTO	143.576,79	621.202,49	21,54
5.3.0	RESERVAÇÃO-EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	17.448,48	638.650,97	2,62
5.4.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA E LAVAGEM DOS FILTROS - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	27.799,55	666.450,52	4,17
TOTAL GERAL - TRECHO IV		666.450,52		100,00





SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 1 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
2.0.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				
2.1.0	DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO DE ÁRVORES(D<=0,15M)	m <sup>2</sup>	10.920,00	0,07	764,40
2.2.0	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DA ADUTORA COM ESTAQUEAMENTO DE 20 EM 20 m	m	3.640,00	0,53	1.929,20
2.3.0	CADASTRO DA ADUTORA	m	3.640,00	0,34	1.237,60
TOTAL 2.0.0					3.931,20
3.0.0	OBRA CIVIL				
3.1.0	ADUTORA				
3.1.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS, MATERIAL DE 1ºCAT, (H<1,5M)	m <sup>3</sup>	1.339,20	8,74	11.704,56
3.1.2	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALAS, MATERIAL DE 2ºCAT, (H<1,5M)	m <sup>3</sup>	730,47	2,00	1.460,94
3.1.3	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALAS, MATERIAL DE 3ºCAT, (H<1,5M)	m <sup>3</sup>	365,24	30,27	11.055,66
3.1.4	REATERROS DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECÂNICA	m <sup>3</sup>	2.367,80	5,32	12.596,70
3.1.5	COLCHÃO DE AREIA	m <sup>3</sup>	243,49	10,19	2.481,16
3.1.6	CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL 2a. CAT DMT ATÉ 300M	m <sup>3</sup>	292,19	0,51	149,02
3.1.7	CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL 3a. CAT DMT ATÉ 300M	m <sup>3</sup>	365,24	1,03	376,20
3.1.8	CAIXA DE PROTEÇÃO PARA REGISTROS E VENTOSAS - TIPO I	ud	9,00	148,96	1.340,64
3.1.9	PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES ELEVADAS	m <sup>3</sup>	30,26	324,37	9.814,63
3.1.10	FUNDAÇÃO PARA PILARETE DE APOIO AS TUBULAÇÕES- CICLÓPICO	m <sup>3</sup>	14,41	157,09	2.263,41
3.1.11	BLOCO DE ANCORAGEM CONCRETO SIMPLES	m <sup>3</sup>	2,12	234,29	496,69
TOTAL 3.1.0					53.739,61
3.2.0	ETA				
3.2.1	BASES EM CONCRETO E CAIXAS DE DRENAGEM	vb	1,00	7.500,00	7.500,00
TOTAL 3.2.1					7.500,00
3.2.2	ELEVATORIA DE ÁGUA TRATADA P/ O RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100M <sup>2</sup>				
3.2.2.1	LOCAÇÃO DA OBRA COM GUIAS DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	55,00	1,45	79,75
3.2.2.2	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1a. 200<DM<400	m <sup>3</sup>	8,00	1,76	14,08
3.2.2.3	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS APOIADAS FCK 15 MPA	m <sup>3</sup>	3,50	516,00	1.806,00
3.2.2.4	ALVENARIA DE 1 VEZ COM TIJOLO FURADO E=20CM	m <sup>2</sup>	60,00	23,08	1.384,80
3.2.2.5	ALVENARIA DE ELEMENTOS VAZADOS DE CONCRETO PRE-MOLDADO	m <sup>2</sup>	12,80	37,23	476,54
3.2.2.6	COBERTURA EM TELHA CANALETE 49, PARA VÃO DE 2,0 A 7,00M, INCLUINDO MADEIRAMENTO, PINTURA A CARBOLINEUM A DUAS DEMÃOS E DEMAIS ACESSORIOS	m <sup>2</sup>	35,00	53,70	1.879,50
3.2.2.7	CHAPISCO DE ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA	m <sup>2</sup>	120,00	1,96	235,20
3.2.2.8	REBOCO PARA USO GERAL	m <sup>2</sup>	120,00	9,31	1.117,20
3.2.2.9	PINTURA COM MASSA CORRIDA E TINTA LÁTEX	m <sup>2</sup>	120,00	6,41	769,20
3.2.2.10	PORTA DE ENROLAR EM AÇO, COM GUARNIÇÕES E FERRAGENS DE 1a. QUALIDADE, INCLUINDO ASSENTAMENTO, LIXAMENTO, EMASSAMENTO E PINTURA A ÓLEO EM DUAS DEMÃOS	m <sup>2</sup>	6,25	117,95	737,19



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 2 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
3.2.2.11	ARGAMASSA PARA REGULARIZAÇÃO (CIMENTO E AREIA), TRACO 1:5	m <sup>3</sup>	1,50	104,03	156,05
3.2.2.12	EXECUÇÃO DE PISO EM CIMENTADO DESEMPENADO E=1,5CM C/ LASTRO DE CONCRETO E=6CM E JUNTA ELÁSTICA	m <sup>2</sup>	22,00	22,04	484,88
3.2.2.13	EXECUÇÃO DE GUIAS OU MEIO-FIO	m	30,00	10,37	311,10
TOTAL 3.2.2					9.451,49
3.2.3	CASA DE QUÍMICA, REFORMA DA UNIDADE EXISTENTE				
3.2.3.1	ALVENARIA DE 1 VEZ COM TIJOLO FURADO E=20CM	m <sup>2</sup>	65,00	23,08	1.500,20
3.2.3.2	CHAPISCO DE ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA	m <sup>2</sup>	130,00	1,96	254,80
3.2.3.3	REBOCO PARA USO GERAL	m <sup>2</sup>	130,00	9,31	1.210,30
3.2.3.4	CAIAÇÃO EM DUAS DEMÃOS	m <sup>3</sup>	380,00	0,38	144,40
3.2.3.5	PORTA INTERNA DE MADEIRA TIPO PARANÁ	m <sup>2</sup>	6,30	99,99	629,94
3.2.3.6	PORTA DE CORRER DE MADEIRA (2,10 x 1,10)M	m <sup>2</sup>	4,62	102,00	471,24
3.2.3.7	LASTRO DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	10,70	25,00	267,50
3.2.3.8	PINTURA SOBRE MADEIRA COM ESMALTE	m <sup>2</sup>	21,80	7,36	160,45
3.2.3.9	PIA EM AÇO INOXIDÁVEL, CUBA SIMPLES COM TAMPA, INCLUINDO FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	ud	2,00	220,00	440,00
3.2.3.10	BANCADA EM GRANITO, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	m <sup>2</sup>	5,00	130,00	650,00
TOTAL 3.2.3					5.728,83
3.2.4	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA, REFORMA DE UNIDADE EXISTENTE	vb	1,00	1.200,00	1.200,00
TOTAL 3.2.4					1.200,00
TOTAL 3.2.0					7.500,00
3.3.0	RESERVAÇÃO				
3.3.1	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 150M <sup>3</sup>				
3.3.1.1	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DAS OBRAS COM GABARITO DE MADEIRA	m <sup>2</sup>	50,27	1,45	72,89
3.3.1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA FUNDAÇÃO EM TERRENO NÃO ROCHOSO	m <sup>3</sup>	53,75	11,63	625,11
3.3.1.3	REATERRO COMPACTADO MANUALMENTE COM APROVEITAMENTO DE MATERIAL	m <sup>2</sup>	42,61	8,74	372,41
3.3.1.4	BOTA FORA, DMT=5KM	m <sup>3</sup>	11,14	8,05	89,68
3.3.1.5	CONCRETO NÃO ESTRUTURAL, CONSUMO MÍNIMO DE 210 Kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1,74	151,77	264,08
3.3.1.6	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS ELEVADAS FCK 15 MPA	m <sup>3</sup>	65,94	675,58	44.547,75
3.3.1.7	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE A BASE DE EPÓXI	m <sup>2</sup>	144,00	11,34	1.632,96
3.3.1.8	CAIXA PARA REGISTRO E/OU VENTOSA, TIPO II	ud	1,00	283,03	283,03
3.3.1.9	PINTURA A BASE DE CAL	m <sup>2</sup>	492,84	2,19	1.079,32
3.3.1.10	PINTURA SOBRE FERRO COM ESMALTE	m <sup>2</sup>	8,40	8,78	73,75
3.3.1.11	PARA-RAIO, DISTRIBUIÇÃO CLASSE 12KV,	ud	1,00	125,00	125,00
3.3.1.12	ESCADA DE MARINHEIRO, DEGRAUS EM FERRO REDONDO 3/4"	m	14,00	30,12	421,68
3.3.1.13	TAMPA DE INSPEÇÃO EM FIBRA DE VIDRO P/ RESERVATÓRIO	ud	1,00	91,00	91,00
TOTAL 3.3.1					49.605,77



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 3 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
3.3.2	RESERVATÓRIO APOIADO DE 200M³				
3.3.2.1	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DAS OBRAS COM GABARITO DE MADEIRA	m²	88,20	1,45	127,89
3.3.2.2	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1a. 200<DM<400	m³	176,00	1,76	309,76
3.3.2.3	REATERRO DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECÂNICA	m³	35,30	5,32	187,80
3.3.2.4	CAIXA PARA REGISTRO E/OU VENTOSA, TIPO II	ud	2,00	283,03	566,06
3.3.2.5	TUBO DE CONCRETO P/ DRENAGEM DN=100MM	m	11,00	13,62	149,82
3.3.2.6	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS APOIADAS FCK 15 MPA	m³	48,50	516,08	25.029,88
3.3.2.7	CONFECÇÃO E LANÇAMENTO DE CONCRETO 150 KG/M³	m³	13,20	150,10	1.981,32
3.3.2.8	BRITA ADQUIRIDA	m³	12,35	25,00	308,75
3.3.2.9	PINTURA A BASE DE CAL INDUSTRIAL ATÉ 3 DEMÃOS	m²	169,00	2,19	370,11
3.3.2.10	IMPERMEABILIZAÇÃO SEMI-RÍGIDA COM ARGAMASSA ACRÍLICA	m²	160,00	30,47	4.875,20
3.3.2.11	ESCADA TIPO MARINHEIRO	m	5,00	65,27	326,35
	<b>TOTAL 3.3.2</b>				<b>34.232,94</b>
3.3.3	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100M³ PARA LAVAGEM DE FILTROS				
3.3.3.1	LIMPEZA MANUAL DO TERRENO	m²	56,25	0,72	40,50
3.3.3.2	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DAS OBRAS COM GABARITO DE MADEIRA	m²	31,36	1,45	45,47
3.3.3.3	ESCAVAÇÃO PARA FUNDAÇÃO EM TERRENO NÃO ROCHOSO	m³	27,74	11,63	322,62
3.3.3.13	ESCAVAÇÃO MANUAL DE DRENO EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	m³	54,00	8,74	471,96
3.3.3.4	REATERRO COMPACTADO APROVEITANDO MATERIAL ESCAVADO	m³	71,24	8,74	622,64
3.3.3.5	BOTA FORA DMT=5Km	m³	6,40	8,05	51,52
3.3.3.6	CONCRETO ESTRUTURAL, CONS. MÍN. 210Kg/m³	m³	1,16	151,77	176,05
3.3.3.7	CONCRETO ARMADO PARA OBRAS ELEVADAS FCK 15 MPA	m³	41,15	675,58	27.800,12
3.3.3.8	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE A BASE DE EPOXI	m²	109,29	11,34	1.239,35
3.3.3.9	ESCADA TIPO MARINHEIRO, DEGRAUS EM FERRO REDONDO 3/4"	m	12,00	65,27	783,24
3.3.3.10	PINTURA A BASE DE CAL EM TRÊS DEMÃOS	m²	302,96	2,19	663,48
3.3.3.11	PINTURA SOBRE FERRO COM ESMALTE	m²	7,20	8,79	63,29
3.3.3.12	PÁRA-RAIO, DISTRIBUIÇÃO CLASSE 12KV, TIPO VÁLVULA	ud	1,00	95,00	95,00
3.3.3.15	TUBO DE CONCRETO PARA DRENAGEM, DN = 300MM	m	70,00	23,00	1.610,00
	<b>TOTAL 3.3.3</b>				<b>33.985,24</b>
	<b>TOTAL 3.3.0</b>				<b>83.838,70</b>
	<b>TOTAL 3.0.0</b>				<b>145.078,31</b>
4.0.0	MONTAGEM				
4.1.0	ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES				
4.1.1	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE FOFÓ COM JUNTA ELÁSTICA DE 200MM	m	3.640,00	2,00	7.280,00
4.1.2	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE PVC COM JUNTA ELÁSTICA DE 150MM	m	1.595,00	0,53	845,35
	<b>TOTAL 4.1.0</b>				<b>8.125,35</b>



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH —> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 4 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
4.2.0	ETA - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E DE TRATAMENTO				
4.2.1	MONTAGEM E INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DA ETA	ud	1,00	9.285,00	9.285,00
4.2.2	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - MONTAGEM DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRÍFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 16,86l/seg, ALTURA MANÔMÉTRICA DE 62,97m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 30CV/3.500 RPM	ud	2,00	300,00	600,00
4.2.3	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAVAGEM DE FILTROS - MONTAGEM DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRÍFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 27,7l/seg, ALTURA MANÔMÉTRICA DE 18,10m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 10CV/1.750 RPM	ud	2,00	250,00	500,00
TOTAL 4.2.0					10.385,00
4.3.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA E LAVAGEM DE FITROS - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
4.3.1	INSTALAÇÕES PREDIAIS CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	700,00	700,00
4.3.2	INSTALAÇÕES DE FORÇA(QUADROS, COMPENSADORES E ACESSÓRIOS) CONFORME PROJETO DE REFERÊNCIA	ud	1,00	1.100,00	1.100,00
TOTAL 4.3.0					1.800,00
4.4.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS				
4.4.1	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECÂNICO DO RESERVATÓRIO ELEVADO DE 150M <sup>3</sup>	ud	1,00	550,00	550,00
4.4.2	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECÂNICO DO RESERVATÓRIO APOIADO DE 200M <sup>3</sup>	ud	1,00	350,00	350,00
4.4.3	MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECÂNICO DO RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100M <sup>3</sup> PARA LAVAGEM DE FILTROS	ud	1,00	400,00	400,00
TOTAL 4.4.0					1.300,00
TOTAL 4.0.0					21.610,35



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 5 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
<b>5.0.0</b>	<b>FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS</b>				
<b>5.1.0</b>	<b>ADUTORA - TUBOS E CONEXÕES</b>				
5.1.1	TUBOS FOFO JUNTA ELASTICA PB CLASSE K 7-200MM	m	3.822,00	72,81	278.279,82
5.1.2	TUBO DE PVC DEFOFO/ 150MM	m	1.674,75	13,62	22.810,10
5.1.3	CURVA 45° COM BOLSAS - EM FERRO FUNDIDO-200MM	ud	2,00	183,35	366,70
5.1.4	CURVA 90° COM DUAS BOLSAS FERRO FUNDIDO-200MM	ud	2,00	214,90	429,80
5.1.5	VENTOSAS TRÍPLICE FUNÇÃO C/ FLANGE DN=50MM	ud	4,00	296,40	1.185,60
5.1.6	CURVA 45° FLANGEADA FOFO / 50MM	ud	5,00	32,55	162,75
5.1.7	TE COM BOLSA E FLANGE FOFO (200 X 50MM)	ud	9,00	181,32	1.631,88
5.1.8	TE COM BOLSA E FLANGE FOFO (150 X 50MM)	ud	3,00	98,13	294,39
5.1.9	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E CAB/ 50MM	ud	5,00	121,68	608,40
5.1.10	REGISTRO DE GAVETA COM FLANGE E VOLANTE/ 50MM	ud	4,00	118,94	475,76
5.1.11	TUBO COM PONTA FLANGE 50MM FOFO L=6,00 m	ud	5,00	152,13	760,65
<b>TOTAL 5.1.0</b>					<b>307.005,85</b>
<b>5.2.0</b>	<b>ETA - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E DE TRATAMENTO</b>				
<b>5.2.1</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA</b>				
5.2.1.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRÍFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 16,88l/seg., ALTURA MANOMÉTRICA DE 62,97m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 30CV/3.500 RPM	ud	2,00	5.800,00	11.600,00
5.2.1.2	CRIVO C/ FLANGE DN=150MM	ud	2,00	185,00	370,00
5.2.1.3	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,30M DN=150MM	ud	2,00	208,00	416,00
5.2.1.4	CURVA DE FoFo 90° C/ FLANGES DN=150MM	ud	2,00	122,89	245,78
5.2.1.5	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,70M DN=150MM	ud	2,00	269,30	538,60
5.2.1.6	REDUÇÃO EXCÊNTRICA C/FLANGES DN=150 x ..... MM	ud	2,00	131,07	262,14
5.2.1.7	REDUÇÃO CONCÊNTRICA C/FLANGES DN=..... x 150 MM	ud	2,00	104,15	208,30
5.2.1.8	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA DUPLA DN=150MM	ud	2,00	356,36	712,72
5.2.1.9	REGISTRO DE GAVETA CHATO C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	2,00	569,94	1.139,88
5.2.1.10	CURVA DE FoFo 90° C/ FLANGES DN=150MM	ud	2,00	122,89	245,78
5.2.1.11	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=0,56M DN=150MM	ud	2,00	65,00	130,00
5.2.1.12	TÊ DE FoFo COM FLANGES DN=150MM	ud	1,00	218,47	218,47
5.2.1.13	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,90M DN=150MM	ud	1,00	277,00	277,00
5.2.1.14	CURVA DE 90° FoFo COM FLANGES E PÉ DN=150MM	ud	1,00	191,16	191,16
5.2.1.15	JUNTA DE DESMONTAGEM TIPO GIBault DN=150MM	ud	1,00	87,36	87,36
5.2.1.16	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=0,25M DN=150MM	ud	1,00	62,00	62,00
5.2.1.17	TUBO DE FoFo FLANGE PONTA L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
<b>TOTAL 5.2.1</b>					<b>16.911,79</b>
<b>5.2.2</b>	<b>ELEVATORIA DE ÁGUA TRATADA , LAVAGEM DOS FILTROS</b>				
5.2.2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO ELETROBOMBA CENTRÍFUGA DE EIXO HORIZONTAL, MONTADA SOBRE BASE METÁLICA, VAZÃO DE 27,7l/seg., ALTURA MANOMÉTRICA DE 18,10m, POTÊNCIA DO MOTOR DE 10CV/1.750 RPM	ud	2,00	3.100,00	6.200,00
5.2.2.2	EXTREMIDADE FLANGE PONTA DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.2.2.3	CURVA DE FoFo 90° C/ FLANGES DN=150MM	ud	9,00	122,89	1.106,01



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 6 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.2.2.4	TOCO DE FoFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.2.5	TOCO DE FoFo COM FLANGES L=0,50M DN=150MM	ud	3,00	122,00	366,00
5.2.2.6	REGISTRO DE GAVETA CHATO C/FLANGES E VOLANTE DN=150MM	ud	3,00	569,94	1.709,82
5.2.2.7	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.2.8	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,50M DN=150MM	ud	1,00	242,17	242,17
5.2.2.9	TÊ DE FoFo COM FLANGES L=0,44 DN=150MM	ud	2,00	218,47	436,94
5.2.2.10	TOCO COM FLANGES L=0,25M DN=150MM	ud	3,00	58,14	174,42
5.2.2.11	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE DN=150MM	ud	2,00	780,00	1.560,00
5.2.2.12	REDUÇÃO EXCÊNTRICA C/FLANGES FOFO DN=150 x.....MM	ud	2,00	131,07	262,14
5.2.2.13	REDUÇÃO CONCÊNTRICA C/FLANGES FOFO DN=.....x150MM	ud	2,00	104,15	208,30
5.2.2.14	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=1,36M DN=150MM	ud	1,00	212,00	212,00
5.2.2.15	VALVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA DUPLA DN=150MM	ud	1,00	356,36	356,36
5.2.2.16	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=0,83M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.2.2.17	CURVA DE 90° FoFo COM FLANGES E PÉ DN=150MM	ud	1,00	191,16	191,16
5.2.2.18	TUBO DE FoFo COM FLANGES L=3,6M DN=150MM	ud	1,00	384,41	384,41
5.2.2.19	EXTREMIDADE DE FoFo FLANGE E BOLSA DN=150MM	ud	2,00	120,50	241,00
TOTAL 5.2.2					14.373,83
5.2.3	TRATAMENTO				
5.2.3.1	FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE FABRICADO EM FIBRA DE VIDRO MOD. CLA II-200, OU SIMILAR, ACOMPANHADO DE BARRILETE COMPOSTO POR TUBOS, CONEXÕES, VÁLVULAS E ESCADA.	ud	4,00	21.013,75	84.055,00
5.2.3.2	CÂMARA DE CARGA FABRICADA EM RESINA POLIESTER ESTRUTURADA COM FIBRA DE VIDRO, MODELO CCLA-700, OU SIMILAR.	ud	1,00	5.701,25	5.701,25
5.2.3.3	KIT DE PREPARAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DOSAGENS DE HIPOCLORITO OU CAL CLORADA, MODELO KPDS-250, OU SIMILAR.	ud	5,00	4.443,75	22.218,75
5.2.3.4	DOSADOR DE CLORO COM CAPACIDADE PARA DOSAR ATÉ 18KG/DIA.	ud	2,00	2.507,50	5.015,00
5.2.3.5	CILINDRO DE CLORO GASOSO COM CAPACIDADE DE 50KG.	ud	5,00	935,00	4.675,00
5.2.3.6	TUBULAÇÕES E ACESSÓRIOS DE INTERLIGAÇÃO DE TODOS OS COMPONENTES DA ETA E ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA	ud	1,00	5.000,00	5.000,00
TOTAL 5.2.2					126.665,00
TOTAL 5.2.0					143.576,79
5.3.0	RESERVAÇÃO - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS				
5.3.1	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 150M³				
5.3.1.1	TUBULAÇÃO DE ENTRADA				
5.3.1.1.1	EXTREMIDADE PF FOFO C/ ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	214,90	214,90
5.3.1.1.2	CURVA DE 90° COM FLANGES FOFO DN=150MM	ud	1,00	122,89	122,89
5.3.1.1.3	TUBO COM FLANGES FOFO L=5,80M DN=150MM	ud	2,00	547,99	1.095,98
5.3.1.1.4	TUBO PONTA FLANGE FOFO L=3,60M DN=150MM	ud	1,00	316,67	316,67
5.3.1.1.5	CURVA DE 90° COM BOLSAS FOFO DN=150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.3.1.2	EXTRAVASOR				
5.3.1.2.1	REDUÇÃO CONCÊNTRICA FOFO FLANGEADA, DN=200 x 150MM	ud	1,00	237,50	237,50
5.3.1.2.2	TUBO COM FLANGES FOFO L=2,57M DN=150MM	ud	1,00	313,29	313,29
5.3.1.2.3	TOCO FOFO FLANGEADO C/ ABA DE VEDAÇÃO L=0,50M, DN=150MM	ud	1,00	120,46	120,46
5.3.1.2.4	TUBO COM FLANGES FOFO L=2,43M DN=150MM	ud	1,00	301,00	301,00



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH ----> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 7 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.3.1.3	DISTRIBUIÇÃO				
5.3.1.3.1	EXTREMIDADE PF FOFO C/ ABA DE VEDAÇÃO L=0,48M DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.3.1.3.2	TUBO COM FLANGES FOFO L=5,80M DN=150MM	ud	1,00	547,99	547,99
5.3.1.3.3	TUBO COM FLANGES FOFO L=3,00M DN=150MM	ud	1,00	348,85	348,85
5.3.1.3.4	TUBO PF FOFO L=2,13M DN=150MM	ud	1,00	210,00	210,00
5.3.1.3.5	CURVA DE 90° COM BOLSAS FOFO DN=150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.3.1.4	LIMPEZA				
5.3.1.4.1	EXTREMIDADE PF FOFO C/ ABA DE VEDAÇÃO L=0,50M DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.3.1.4.2	TUBO COM FLANGES FOFO L=2,20M DN=150MM	ud	1,00	285,50	285,50
5.3.1.4.3	REGISTRO GAVETA CHATO C/FLANGE E VOLANTE FOFO DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
5.3.1.4.4	CURVA DE 90° COM FLANGES FOFO DN=150MM	ud	1,00	122,89	122,89
5.3.1.4.5	TOCO COM FLANGES FOFO L=0,25M DN=150MM	ud	1,00	62,00	62,00
5.3.1.5	EXTRAVASOR/LIMPEZA				
5.3.1.5.1	TÊ FOFO FLANGEADO DN=150x150MM	ud	1,00	218,47	218,47
5.3.1.5.2	TUBO COM FLANGES FOFO L=5,80M DN=150MM	ud	1,00	547,99	547,99
5.3.1.5.3	TUBO PF FOFO L=2,50M DN=150MM	ud	1,00	245,55	245,55
5.3.1.5.4	CURVA DE 90° COM BOLSAS FOFO DN=150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.3.1.6	VENTILAÇÃO				
5.3.1.6.1	TOCO COM FLANGE E PONTA FOFO L=0,50M DN=150MM	ud	2,00	120,46	240,92
5.3.1.6.2	CURVA DE 90° COM FLANGES FOFO DN=150MM	ud	4,00	122,89	491,56
5.3.1.6.3	TELA DE PROTEÇÃO CONTRA A ENTRADA DE CORPOS ESTRANHOS, COM	ud	2,00	76,75	153,50
TOTAL 5.3.1					7.384,10
5.3.2	RESERVATÓRIO APOIADO DE 200M³				
5.3.2.1	CURVA 90° FOFO FLANGEADA DN=150MM	ud	7,00	122,89	860,23
5.3.2.2	TUBO DE FOFO COM FLANGES L=2,50M DN=150MM	ud	1,00	312,29	312,29
5.3.2.3	TOCO DE FoFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	5,00	116,50	582,50
5.3.2.4	TUBO FOFO PONTA FLANGE L=1,0M DN=150MM	ud	1,00	138,36	138,36
5.3.2.5	REGISTRO DE GAVETA CHATO FLANGEADO C/ VOLANTE DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
5.3.2.6	TUBO DE FOFO COM PONTAS L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	53,96	53,96
5.3.2.7	TUBO FOFO PONTA FLANGE L=3,60M DN=150MM	ud	1,00	316,67	316,67
TOTAL 5.3.2					2.833,95
5.3.3	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100M³				
5.3.3.1	ENTRADA D'ÁGUA				
5.3.3.1.1	TOCO FOFO PF, L=0,50M	ud	1,00	66,12	66,12
5.3.3.1.2	CURVA 90° FOFO FLANGEADA DN=150MM	ud	1,00	122,89	122,89
5.3.3.1.3	TUBO FOFO FLANGEADO L=5,80M DN=150M	ud	2,00	547,99	1.095,98
5.3.3.1.4	TUBO FOFO PF L=2,20M DN=150M	ud	1,00	210,00	210,00
5.3.3.1.5	CURVA 90° FOFO COM BOLSAS DN=150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.3.3.2	EXTRAVASOR				
5.3.3.2.1	TUBO FOFO PF L=3,10M DN=150M	ud	1,00	282,24	282,24
5.3.3.2.2	TOCO DE FoFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	214,90	214,90
5.3.3.2.3	TUBO FOFO FLANGEADO L=1,00M DN=150M	ud	1,00	206,60	206,60



SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 8 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.3.3.2.4	EXTREMIDADE DE FOFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	214,90	214,90
5.3.3.2.5	TUBO FOFO FLANGEADO L=1,00M DN=150MM	ud	1,00	206,60	206,60
5.3.3.2.6	CURVA 90º FOFO FLANGEADA DN=150MM	ud	1,00	122,89	122,89
5.3.3.2.7	REGISTRO DE GAVETA CHATO FLANGEADO C/VOLANTE DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
5.3.3.2.8	TUBO FOFO FLANGEADO L=0,60M DN=150MM	ud	1,00	68,14	68,14
5.3.3.3	EXTRAVASOR / LIMPEZA				
5.3.3.3.1	TÊ COM FLANGES DN=150x150MM	ud	1,00	218,47	218,47
5.3.3.3.2	TUBO FOFO FLANGEADO L=5,80M DN=150MM	ud	1,00	547,99	547,99
5.3.3.3.3	TUBO FOFO PF L=2,70M DN=150MM	ud	1,00	245,55	245,55
5.3.3.3.4	CURVA 90º FOFO COM BOLSAS DN=150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.3.3.4	DISTRIBUIÇÃO				
5.3.3.4.1	EXTREMIDADE DE FOFo C/ FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO L=0,70M DN=150MM	ud	1,00	214,90	214,90
5.3.3.4.2	TUBO FOFO FLANGEADO L=5,80M DN=150MM	ud	1,00	547,99	547,99
5.3.3.4.3	TUBO FOFO PF L=4,40M DN=150MM	ud	1,00	352,24	352,24
5.3.3.4.4	CURVA 90º FOFO COM BOLSAS DN=150MM	ud	1,00	136,55	136,55
5.3.3.4.5	TUBO FOFO PF L=3,50M DN=150MM	ud	1,00	316,67	316,67
5.3.3.4.6	REGISTRO DE GAVETA CHATO FLANGEADO C/CABEÇOTE DN=150MM	ud	1,00	569,94	569,94
5.3.3.5	VENTILAÇÃO				
5.3.3.5.1	EXTREMIDADE DE FOFo PF L=0,50M DN=150MM	ud	1,00	103,30	103,30
5.3.3.5.2	CURVA 90º FOFO COM FLANGES DN=150MM	ud	2,00	122,89	245,78
5.3.3.5.3	TELA DE PROTEÇÃO CONTRA CORPOS ESTRANHOS	ud	1,00	76,75	76,75
TOTAL 5.3.3					7.230,43
TOTAL 5.3.0					17.448,48
5.4.0	ESTAÇÃO ELEVATORIA DE ÁGUA TRATADA E ESTAÇÃO ELEVATORIA P/ RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100M³ - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
5.4.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAS				
5.4.1.1	ILUMINAÇÃO INTERNA E FORÇA				
5.4.1.1.1	BRACADEIRA ZINCADA, TIPO D, ¾"	ud	20,00	0,28	5,60
5.4.1.1.2	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 2,5MM²	m	40,00	0,52	20,80
5.4.1.1.3	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 2,5MM² (NEUTRO)	m	15,00	0,52	7,80
5.4.1.1.4	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 2,5MM² (PROTEÇÃO)	m	15,00	0,52	7,80
5.4.1.1.5	CONDULETE DE ALUMÍNIO, ¾", TIPO LL	ud	4,00	3,32	13,28
5.4.1.1.6	CONDULETE DE ALUMÍNIO, ¾", TIPO T	ud	8,00	3,62	28,96
5.4.1.1.7	CONECTOR RETO DE ALUMÍNIO PARA BOX, DE 2"(60MM)	ud	4,00	3,67	14,68
5.4.1.1.8	CURVA DE PVC P/ ELETRODUTO, 90º, 2"(60MM)	ud	4,00	2,42	9,68
5.4.1.1.9	DISJUNTOR 1P, 15A	ud	2,00	9,37	18,74
5.4.1.1.10	ELETRODUTO DE PVC, RÍGIDO, ROSCADO, ¾"	m	60,00	0,89	53,40
5.4.1.1.11	FIO COBRE ISOL. 750V, 70º, 2,5MM² (PT, OU BR, OU VM)	m	70,00	0,27	18,90
5.4.1.1.12	FIO DE COBRE ISOL. 750V, 70º, 2,5MM², COR AZUL CLARO (NEUTRO)	m	70,00	0,27	18,90
5.4.1.1.13	FIO DE COBRE ISOL. 750V, 70º, 2,5MM², COR VERDE-AMARELO OU	m	70,00	0,27	18,90
5.4.1.1.14	INT. 2P, 10A/250V, TIPO 4-30 C/ CONDULETE TIPO LL/LR	ud	2,00	3,62	7,24
5.4.1.1.15	LÂMPADA INCANDESCENTE 150W/220V	ud	6,00	1,47	8,82
5.4.1.1.16	LUMINÁRIA DE ALUMÍNIO 450, LÂMP. 150W, TIPO WY-26/2	ud	6,00	55,67	334,02





GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 9 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.1.1.17	TOMADA UNIVERSAL 2P+T, 25A/250V, TIPO 5-45, C/ CONDULETE TIPO LL/LR	ud	2,00	13,32	26,64
	TOTAL 5.4.1				614,16
5.4.2	INSTALAÇÕES DOS MOTORES, QUADROS E ACESSÓRIOS				
5.4.2.1	MÓDULO DE ENTRADA/BARRAMENTO, ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (CONFORME PROJETO ELÉTRICO)				
5.4.2.1.1	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 100A/380V	ud	1,00	360,00	360,00
5.4.2.1.2	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 80A/380V	ud	2,00	300,00	600,00
5.4.2.1.3	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 50A/380V	ud	2,00	180,00	360,00
5.4.2.1.5	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 4A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	7,20	21,60
5.4.2.1.6	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 16A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	11,00	33,00
5.4.2.1.7	COMUTADORA DE VOLTÍMETRO, 10A	ud	1,00	37,00	37,00
5.4.2.1.8	VOLTÍMETRO 96 L ESCALA 0-500V	ud	1,00	139,31	139,31
5.4.2.1.9	CONTATOR 12A, 220V	ud	1,00	183,00	183,00
5.4.2.1.10	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	1,00	70,00	70,00
5.4.2.1.11	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	1,00	100,00	100,00
5.4.2.1.12	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	1,00	402,65	402,65
5.4.2.1.13	BANCO DE CAPACITORES TRIFÁSICO DE 5 KVAR;	ud	1,00	300,00	300,00
5.4.2.1.14	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220 V	ud	1,00	331,83	331,83
5.4.2.1.15	CAIXA DE SOBREPOR 1200X800X350 MM	ud	1,00	420,00	420,00
5.4.2.2	MÓDULO DO MOTOR 1 E 2, ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA				
5.4.2.2.1	DISJUNTOR 3P, 70A, P/ PARTIDA DE MOTOR, 30CV	ud	2,00	125,00	250,00
5.4.2.2.2	FUSÍVEL ULTRA-RÁPIDO C/ BASE, 125A	ud	6,00	70,00	420,00
5.4.2.2.3	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 50/5A	ud	6,00	70,76	424,56
5.4.2.2.4	COMUTADORA DE AMPERÍMETRO, 10A	ud	2,00	43,54	87,08
5.4.2.2.5	AMPERÍMETRO 96 L ESCALA 0-50A	ud	2,00	119,36	238,72
5.4.2.2.6	CONTATOR 45A(30CV), 220V	ud	2,00	330,00	660,00
5.4.2.2.7	CONTACTOR AUXILIAR 220VCA - 5NA+3NF	ud	3,00	77,37	232,11
5.4.2.2.8	CONVERSOR P/P. PROGRESSIVA, MOTOR 22KW(30CV), 380V/60HZ	ud	2,00	2.200,00	4.400,00
5.4.2.2.9	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	2,00	35,00	70,00
5.4.2.2.10	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	2,00	93,26	186,52
5.4.2.2.11	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	2,00	402,50	805,00
5.4.2.2.12	CHAVE C/RET. 3 POSICOES A-O-M, PT, 22,5MM	ud	2,00	64,50	129,00
5.4.2.2.13	BOTÃO DESLIGA 22,5MM VD 1NF	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.2.2.14	BOTÃO LIGA 22,5MM VM 1NA	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.2.2.15	SINALEIRO 22,5MM, VM	ud	2,00	55,00	110,00
5.4.2.2.16	SINALEIRO 22,5MM, VD	ud	2,00	55,00	110,00
5.4.2.2.17	HORÍMETRO TOTALIZADOR, 6 DÍGITOS, 91X72MM, PAINEL, 220V	ud	2,00	121,04	242,08
5.4.2.2.18	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220 V	ud	2,00	332,18	664,36
5.4.2.2.19	CHAVE BOIA NÍVEL SUPERIOR-NF-220 V, AUTOMÁTICO	ud	2,00	16,00	32,00
5.4.2.2.20	CHAVE BOIA NÍVEL INFERIOR-NA-220 V	ud	2,00	16,00	32,00
5.4.2.2.21	CAIXA DE SOBREPOR 1200X600X350 MM	ud	2,00	420,00	840,00
5.4.2.2.22	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 16MM² (PRETO)	m	50,00	2,20	110,00
5.4.2.2.23	VERDE(PROTEÇÃO)	m	15,00	2,20	33,00
5.4.2.2.24	CONECTOR RETO DE ALUMÍNIO PARA BOX, DE 1 (32MM)	ud	4,00	3,84	15,36
5.4.2.2.25	CURVA DE PVC P/ ELETRODUTO, 90°, 1"(32MM)	ud	4,00	1,69	6,77
5.4.2.2.26	ELETRODUTO DE PVC, RÍGIDO, ROSCADO, 1"(32MM)	m	15,00	2,87	43,02



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH → SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 10 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.2.2.27	ELETRODUTO FLEXÍVEL, TIPO "SEAL-TUBE", 1" (32MM)	m	4,00	4,80	19,20
5.4.2.2.30	MICELÂNIA(BUCHAS, PARAFUSOS ETC)	vb	1,00	1.103,48	1.103,48
5.4.2.3	MÓDULO DE ENTRADA/BARRAMENTO, LAVAGEM DOS FILTROS (CONFORME PROJETO ELÉTRICO)				
5.4.2.3.1	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 32A/380V	ud	1,00	120,00	120,00
5.4.2.3.2	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 25A/380V	ud	2,00	95,00	190,00
5.4.2.3.3	CHAVE SECCIONADORA SOB-CARGA 3P, 20A/380V	ud	2,00	85,00	170,00
5.4.2.3.4	DISJUNTOR, 1P, 15 A	ud	2,00	9,50	19,00
5.4.2.3.5	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 4A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	7,20	21,60
5.4.2.3.6	CONJUNTO FUSÍVEL DIAZED - 10A- COMPLETO C/ TAMPA E BASE	ud	3,00	11,00	33,00
5.4.2.3.7	COMUTADORA DE VOLTÍMETRO, 10A	ud	1,00	37,00	37,00
5.4.2.3.8	VOLTÍMETRO 96 L ESCALA 0-500V	ud	1,00	139,31	139,31
5.4.2.3.9	CONTATOR 9A, 220V	ud	1,00	183,00	183,00
5.4.2.3.10	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	1,00	70,00	70,00
5.4.2.3.11	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	1,00	100,00	100,00
5.4.2.3.12	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	1,00	402,65	402,65
5.4.2.3.13	BANCO DE CAPACITORES TRIFÁSICO DE 2,5 KVAR;	ud	1,00	300,00	300,00
5.4.2.3.14	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220 V	ud	1,00	331,83	331,83
5.4.2.3.15	CAIXA DE SOBREPOR 1200X800X350 MM	ud	1,00	420,00	420,00
5.4.2.4	MÓDULO DO MOTOR 1 E 2, LAVAGEM DOS FILTROS				
5.4.2.4.1	DISJUNTOR 3P, 30A, P/ PARTIDA DE MOTOR, 10CV	ud	2,00	80,00	160,00
5.4.2.4.2	FUSÍVEL ULTRA-RÁPIDO C/ BASE, 30A	ud	6,00	50,00	300,00
5.4.2.4.3	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 30/5A	ud	6,00	70,76	424,56
5.4.2.4.4	COMUTADORA DE AMPERÍMETRO, 10A	ud	2,00	43,54	87,08
5.4.2.4.5	AMPERÍMETRO 96 L ESCALA 0-30A	ud	2,00	119,36	238,72
5.4.2.4.6	CONTATOR 16A(10CV), 220V	ud	2,00	330,00	660,00
5.4.2.4.7	CONVERSOR P/P, PROGRESSIVA, MOTOR 7,5KW(10CV), 380V/60HZ	ud	2,00	1.750,00	3.500,00
5.4.2.4.8	DISJUNTOR 1P, 6A	ud	2,00	35,00	70,00
5.4.2.4.9	DISJUNTOR 2P, 6A	ud	2,00	93,26	186,52
5.4.2.4.10	TRANSFORMADOR DE COMANDO 500 VA, 380/220 V	ud	2,00	402,50	805,00
5.4.2.4.11	CHAVE C/RET. 3 POSICOES A-0-M, PT, 22,5MM	ud	2,00	64,50	129,00
5.4.2.4.12	BOTÃO DESLIGA 22,5MM VD 1NF	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.2.4.13	BOTÃO LIGA 22,5MM VM 1NA	ud	2,00	34,55	69,10
5.4.2.4.14	SINALEIRO 22,5MM, VM	ud	2,00	55,00	110,00
5.4.2.4.15	SINALEIRO 22,5MM, VD	ud	2,00	55,00	110,00
5.4.2.4.16	HORÍMETRO TOTALIZADOR, 6 DÍGITOS, 91X72MM, PAINEL, 220V	ud	2,00	121,04	242,08
5.4.2.4.17	RELÉ PROGRAMADOR DE HORÁRIO, 100H, 220 V	ud	2,00	332,18	664,36
5.4.2.4.18	CAIXA DE SOBREPOR 1200X600X350 MM	ud	2,00	420,00	840,00
5.4.2.4.19	CABO DE COBRE ISOL. 1KV, 70°, 2,5MM² (PRETO)	m	50,00	0,52	26,00
5.4.2.4.20	VERDE(PROTEÇÃO)	m	15,00	0,52	7,80
5.4.2.4.21	CONECTOR RETO DE ALUMÍNIO PARA BOX, DE 3/4" (25MM)	ud	4,00	3,84	15,36
5.4.2.4.22	CURVA DE PVC P/ ELETRODUTO, 90°, 3/4" (25MM)	ud	4,00	1,89	7,57



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

SRH —> SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS

GOA- GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE ÁGUA

ADUTORA PARA O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CATARINA

UNIDADE DO SISTEMA: ADUTORA-TRECHO IV (EST. 783 A 965)

Folha: 11 / 11

ITEM	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
				Unit.	Total
5.4.2.4.23	ELETRODUTO DE PVC, RÍGIDO, ROSCADO, 3/4 "(25MM)	m	15,00	2,87	43,02
5.4.2.4.24	ELETRODUTO FLEXIVEL, TIPO "SEAL-TUBE", 3/4 "(25MM)	m	4,00	4,80	19,20
5.4.2.4.25	MICELÂNIA(BUCHAS, PARAFUSOS ETC)	vb	1,00	1.103,48	1.103,48
	TOTAL 5.4.2				27.185,39
	TOTAL 5.4.0				27.799,55
	TOTAL 5.0.0				495.830,66
	TOTAL GERAL - TRECHO IV				666.450,52



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

---

## ANEXO VII - ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

## 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo descrever os estudos dos transientes hidráulicos na Adutora de Catarina, elaborado pela GOA - Gerenciamento e Operação de Água S/C Ltda, para a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Os estudos foram desenvolvidos com o objetivo de dimensionar os equipamentos de proteção contra o golpe de aríete nas três linhas de recalque que compõem o sistema.

As linhas de recalque estudadas foram:

- Linha de recalque da Estação Elevatória da Captação, compreendendo uma tubulação em ferro fundido classe K-7 no diâmetro de 150 mm, com uma extensão de 1.004,00 m, prevista para passar uma vazão de 24,33 l/s nas 1ª e 2ª etapas do projeto e 28,00 l/s na 3ª e última etapa do projeto;
- Linha de recalque da Estação Elevatória EB-1 ao SP-1, denominado Trecho 2, compreendendo uma tubulação em ferro fundido classe K-7 no diâmetro 150 mm, com uma extensão de 4.796,00 m, previsto para passar uma vazão de 15,56 l/s na 1ª etapa, 18,81 l/s na 2ª etapa e 22,92 l/s na 3ª e última etapa do projeto;
- Linha de recalque da Estação Elevatória EB-2 ao SP-2, denominado Trecho 3, sub-trecho 3.2, compreendendo uma tubulação em ferro fundido classe K-7 no diâmetro 150 mm, com uma extensão de 4.220,00 m, previsto para passar uma vazão de 15,42 l/s na 1ª etapa; 18,61 l/s na 2ª etapa e 25,42 l/s na 3ª e última etapa;

O relatório é composto de seis capítulos: o primeiro, introduz o relatório; o segundo, descreve a metodologia empregada; o terceiro, descreve as possíveis alternativas de equipamentos de proteção contra o golpe de aríete; o quarto, apresenta os principais dados relativos aos sistemas simulados; o quinto, apresenta os resultados das simulações para cada sistema de recalque estudado e, o último, estabelece conclusões e recomendações acerca dos sistemas de recalque e suas respectivas proteções necessárias. Em anexo, apresenta-se listagem dos resultados das simulações.

## 2 - METODOLOGIA EMPREGADA PARA O CÁLCULO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICO

Os transientes hidráulicos nas linhas de recalque foram avaliados para o caso de parada do bombeamento nas estações elevatórias, quer seja devido a operação normal do sistema em função da possível limitação do número de horas diárias de bombeamento, quer seja por interrupção do fornecimento de energia elétrica aos motores, considerando-se inicialmente que os sistemas estariam 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 linhas de recalque.

Os estudos englobaram a análise dos transientes para as vazões da primeira e última etapas, compreendendo as fases de início e fim de plano, uma vez que se pode considerar que a proteção projetada para a última etapa atende satisfatoriamente à vazão da segunda etapa do projeto, pois a diferença entre as vazões é pequena, sequer mudando o diâmetro, tipo e classe da tubulação.

Posteriormente à verificação da condição de funcionamento das linhas de recalque sem equipamento de proteção, passou-se à análise e otimização dos respectivos 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 capítulo 5- Resultados das Simulações.

O modelo matemático utilizado para análise dos transientes hidráulicos e dimensionamento dos sistemas de proteção, constou do método das características, através do emprego de um software comercial de reconhecida precisão e performance, denominado CTran.

O CTran - Verificação e Simulação de Transitórios em Conduitos Forçados, versão comercial, foi desenvolvido pelo Centro de Hidráulica Computacional da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelos professores Podalyro Amaral de Sousa, PhD; José Rodolfo Scarati Martins, PhD e Francisco Martins Fadiga Junior, Doutor, com seu desenvolvimento remontando ao início da década passada.

A formulação matemática do programas aqui citado adota o Método das Características, apresentada por CHAUDHRY e pode ser consultada também no livro dos autores do programa Ctran, denominado "Métodos Computacionais Aplicados à Engenharia Hidráulica". As equações básicas utilizadas na análise de transitórios 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 Momento:**

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

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.

– **Equação da Continuidade:**

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

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 introdução de aparelhos e equipamentos de proteção na modelagem matemática do transitório, se faz por aplicação de condições de contorno específicas para cada caso e tipo de equipamento. Estas condições de contorno podem ser encontradas na bibliografia aqui indicada.

– **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 é empregada no programa CTran:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{K}{P}}}{\sqrt{1 + \frac{K\Psi}{E}}} \quad e \quad \Psi = \frac{D}{e} (1 - \nu^2)$$

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

$K$  = compressibilidade do fluido, igual a 2,19 GPa para escoamento de água;

$\nu$  = coeficiente de Poisson, valendo cerca de 0,25 para ferro fundido; 0,40 para PVC, 0,5 a 0,55 para PRFV;

$E$  = Módulo de Elasticidade Circunferencial do material da tubulação, valendo cerca de 170 GPa para ferro fundido, 30 Gpa para PVC 1 Mpa DeFoFo;

$\rho$  = massa específica do fluido, valendo 1000 Kg/m<sup>3</sup> para água doce;

D = diâmetro da tubulação em metros;

e = espessura do tubo;

– **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 motor-bomba. Este dado, de suma importância no cálculo dos transientes hidráulicos, costuma ser dado de diversas formas pelos fabricantes, tanto das bombas quanto dos motores, gerando certa confusão. Apresenta-se a seguir, um sumário das diversas formas como estes são apresentados normalmente em catálogo de fabricantes:

J = momento de inércia (kg \* m<sup>2</sup>);

GD<sup>2</sup> = 4 \* momento de inércia (kg \* m<sup>2</sup>);

J = GD<sup>2</sup>/4;

G = massa girante (kg);

D = diâmetro de giração = 2 \* o raio de giração;

I = J = momento de inércia;

ou  $I = MR_G^2$

I = momento de inércia;

M = massa do corpo;

RG = raio de giração, igual à distância ao eixo da rotação em que toda a massa poderia ser concentrada sem variar o momento de inércia.

Os momentos de inércia das bombas e motores foram obtidos junto a catálogos de fornecedores em função das características particulares de cada equipamento.

### 3 - ALTERNATIVAS DE PROTEÇÃO CONTRA OS TRANSIENTES HIDRÁULICOS

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 linha 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 ela conectados. O Quadro 1 mostra os valores usuais da pressão de vapor nas condições da pressão atmosférica, além de outros parâmetros de interesse no cálculo dos transitórios hidráulicos.

**Quadro 1: Dados das Propriedades  
Físicas da Água à Pressão Atmosférica**

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

Conforme se pode depreender do Quadro 1, a pressão interna mínima das tubulações nas condições de subpressão durante o transiente hidráulico deveria ser de no mínimo 0,24 mca, 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 da adutora, 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 tão logo a pressão interna tenda a cair. Isto é conseguido através do emprego de tanques de amortização unidirecionais ou one-ways, tal como são denominados na literatura inglesa, havendo porém uma série de outros equipamentos de proteção para os quais se faz aqui uma breve descrição funcional:

### 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, dependendo do tipo adotada, 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 também o ar para evitar as pressões negativas que podem ocorrer durante os transitórios 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 transitórios hidráulicos.

Esta relaxação da função da ventosa como componente ativo do sistema de proteção das linhas de recalque, se deve à recomendação herdada de consultores com larga 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. Assim, os efeitos adversos da má manutenção das ventosas se dão com maior frequência em linhas de recalque conduzindo água bruta ou águas residuárias de esgoto doméstico ou industriais.

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

Entretanto, pequenos valores de subpressão foram tolerados na análise final das envoltórias das três linhas de recalque para o caso de quando já haviam sido alocados os equipamentos de proteção necessários, considerando-se que a atuação das ventosas nos pontos altos da tubulação atuariam beneficemente diminuindo a subpressão na linha.

### 3.2 - VÁLVULAS DE ALÍVIO OU VÁLVULAS ANTECIPADORAS DE ONDA

As válvulas de alívio ou as válvulas antecipadoras de onda 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 elevatória, logo à saída do barrilete. O funcionamento das válvulas de alívio 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.

As válvulas antecipadoras de onda tem a função de evitar a formação de subpressões e sobrepressões indesejáveis, descarregando o fluxo para a atmosfera quando da iminência da primeira onda de choque contra a válvula de retenção, devendo ser colocada a jusante desta, atenuando os efeitos do golpe de aríete ao longo da tubulação semelhantemente ao princípio de atuação de um volante de inércia.

As válvulas antecipadoras de onda, entretanto não podem ser consideradas como um instrumento infalível de proteção contra o golpe de aríete, principalmente se a tubulação possui uma grande extensão com topografia acidentada apresentando picos e depressões ao longo de seu perfil. Nesses casos, torna-se indispensável a construção de sistemas de proteção mais efetivos tais como os reservatórios one-ways ou tanques de amortização unidirecionais ou então, torres piezométricas ou chaminés de equilíbrio, quando a topografia for favorável à construção das mesmas.

### 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”.

No caso da adutora de Catarina, a única linha de recalque em que se vislumbrou a adoção de um volante de inércia foi o trecho da captação, por apresentar uma extensão menor e um perfil do terreno natural monótono ascendente, sem picos elevados e depressões. Mesmo assim, considerou-se o volante do inércia como uma opção a mais, a ser comparada economicamente com o emprego de válvulas antecipadoras de onda.

### 3.4 - CHAMINÉS DE EQUILÍBRIO

As chaminés de equilíbrio são reservatórios em contacto com a superfície livre, intercalados ao longo das linhas de recalque, destinadas a reduzir a intensidade do golpe de aríete nas canalizações, a partir da divisão do comprimento da tubulação em dois trechos, cujos comportamentos hidráulicos serão diferenciados no momento da ocorrência do transitório. No caso de linhas de recalque de estações elevatórias, o trecho de jusante em relação à chaminé de equilíbrio, ou trecho protegido da adutora, sofre um processo de oscilação de massa durante o transitório 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 elevatórias. O uso mais comum de chaminés de equilíbrio se dá na proteção de tubulações de alimentação de turbinas em usinas hidrelétricas.

No caso da Adutora de Catarina, foi indicado o emprego de uma torre piezométrica na estaca 270 da EB-1 que teria uma altura máxima de 18,6 m.

### 3.5 - TANQUES DE ALIMENTAÇÃO UNIDIRECIONAIS OU "ONE-WAY"

Os tanques de alimentação unidirecionais (TAU) 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 ser únicos ou distribuídos em seqüência ao longo da tubulação.

A vantagem do sistema de one-ways 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 "one-way" foi adotado como principal dispositivo de combate ao golpe de aríete nas linhas de recalque da adutora de Catarina, devido suas vantagens em relação aos demais equipamentos de proteção, quer de natureza econômica, quer de natureza operacional.

### 3.6 - RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO

O reservatório hidropneumático, é de utilização quase que obrigatória quando o transitório hidráulico pode causar subpressões inaceitáveis ao longo da canalizações que não podem ser solucionadas por sistemas de reservatórios do tipo "one-way", 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. No caso do presente estudo, descartou-se a priori o seu emprego devido o fato de ser possível resolver a questão dos transientes hidráulicos nas linhas de recalque do sistema, a partir da adoção de outros equipamentos de proteção.

## 4 - DADOS GERAIS DAS SIMULAÇÕES

Os dados gerais empregados na análise dos transientes hidráulicos das linhas de recalque da Adutora de Catarina foram fornecidos pelo cliente, constando de:

- quadros com as características gerais das estações elevatórias do sistema;
- gráfico e quadros com a descrição da topografia do terreno e do dimensionamento das tubulações e cotas piezométricas das linhas de recalque para as três linhas de recalque e diferentes etapas do projeto.

## 5 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

### 5.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os seguintes passos foram dados para análise do comportamento individual do transitório hidráulico em cada linha de recalque da Adutora de Catarina e o dimensionamento de seu respectivo equipamento de proteção.

- a) admitindo-se a princípio o tipo de tubo e classe de pressão indicado no projeto para cada linha de recalque conforme os dados fornecidos pelo cliente, calculou-se os parâmetros hidráulicos de alimentação dos programas computacionais a serem empregados na análise, constando de curva característica das bombas, momentos de inércia dos conjuntos de bombeamento, celeridade das ondas de pressão, número de Reynolds do escoamento, fator de resistência pela fórmula de Colebrook, e dados característicos das tubulações como diâmetro, espessura, módulo de elasticidade, etc. Parte desses dados são computados internamente pelo programa CTRAN;
- b) simulou-se o sistema individual das linhas de recalque 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 das tubulações da adutora e a performance da classe de tubulação;
- c) 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;
- d) analisou-se a conveniência ou não de mudança do tipo e/ou da classe da tubulação com este equipamento de proteção e simulou-se novamente o sistema;
- e) alterou-se as características hidráulicas do equipamento de proteção e/ou sua relocação, visando otimizar economicamente sua instalação e voltou-se ao passo (c). A condição de parada foi a obtenção de envoltórias de sobrepressão e subpressão compatíveis com a classe de pressão dos tubos e a eliminação da possibilidade de cavitação ou separação de coluna d'água dentro da tubulação em função do transiente hidráulico.

### 5.2 - FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Com o objetivo de homogeneizar a apresentação dos cálculos relativos ao estudo do golpe de aríete nas diversas linhas de recalque da adutora, foi padronizada uma forma única de apresentação na qual somente as envoltórias de sobrepressões e subpressões são apresentadas em forma tabular e gráfica, permitindo ao analista interpretar seus resultados através de uma simples inspeção visual.

Para cada trecho estudado, são apresentados inicialmente os resultados da análise do sistema sem proteção, para efeito de comparação com os resultados seguintes, inerentes ao sistema com a proteção adequada e otimizada.

### 5.3 - ANÁLISE INDIVIDUAL DAS SIMULAÇÕES DOS SISTEMAS

#### 5.3.1 - Trecho entre a Estação Elevatória da Captação e a EB-1

As envoltórias resultantes da simulação para a EB da captação, para a vazão da 1ª etapa, apresentando o sistema sem proteção, mostram que a sobrepressão máxima é da ordem de 130,4 mca, ficando muito abaixo do valor limite para a classe de pressão do tubo empregado (FoFo K-7), não sendo portanto, objeto de preocupações quanto à resistência da tubulação à sobrepressões.

Quanto à subpressão, ocorre formação de vácuo entre as estacas 25 a 40, devendo serem adotadas medidas para evitar problemas relacionados aos fenômenos de separação de coluna e cavitação dentro da tubulação. O ferro fundido resiste bem ao vácuo melhor do que o PVC e o aço, porém é conveniente estabelecer uma proteção adequada contra os efeitos adversos dos fenômenos aqui citados.

A Figura 1 mostra as envoltórias para a 1ª etapa para a condição sem proteção. A Figura 2 mostra o mesmo relativo à vazão da 3ª etapa. Nota-se uma pequena piora das condições de sobrepressão e, sobretudo das subpressões, porém em nada afetaria qualitativamente o projeto da adutora em termos de tubulação e classe de pressão, permanecendo o ferro fundido classe K-7.

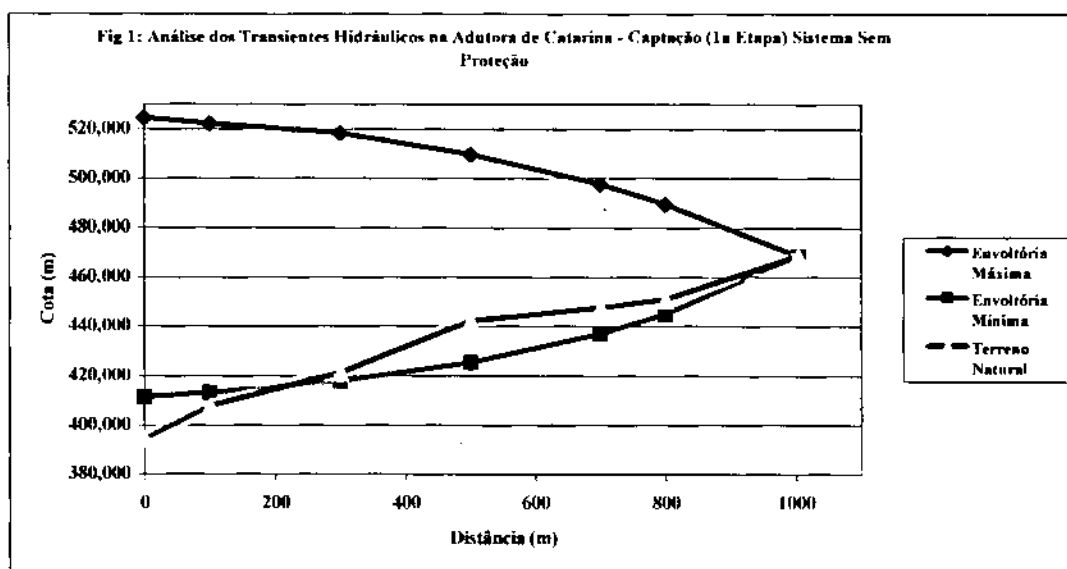
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

Captação 1a ETAPA - SISTEMA SEM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória da Captação de Catarina (1a Etapa Q=24,33 l/s)

Estaca	Dist da EE	Cota	Envoltória		Sobrepressão	Subpressão	Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima		
Est 00= EB Capt	0	394,264	524,661	411,441	130,397	17,177	113,22	Elevatória
Est 5	100	407,785	522,175	413,212	114,390	5,427	108,963	FoFo DN 150
Est 15	300	421,355	518,211	417,970	98,856	-3,385	100,241	FoFo DN 150
Est 25	500	442,089	509,843	425,370	87,754	-18,719	84,473	FoFo DN 150
Est 35	700	447,577	497,549	436,773	49,972	-10,804	60,778	FoFo DN 150
Est 40	800	450,724	489,421	444,812	38,697	-5,912	44,609	FoFo DN 150
Est 50	1004	468,759	468,759	468,759	0,000	0,000	0	FoFo DN 150





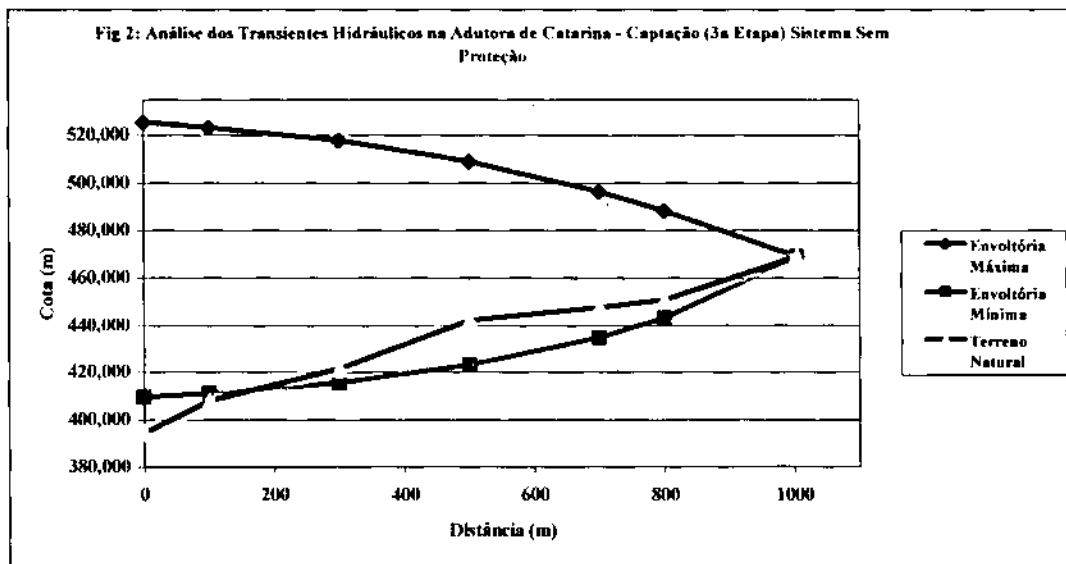
GOA

**ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA**

Captação 3a ETAPA - SISTEMA SEM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150)      Data: 23/05/01

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória da Captação de Catarina (3a Etapa Q=28,00 Us)

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão		Subpessão		Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Envoltória	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima	Máxima			
Est 00= EB Capt	0	394,284	525,408	525,408	409,666	131,144	15,402	115,742		Elevatória	
Est 5	100	407,785	523,458	523,458	411,135	115,671	3,350	112,321		FoFo DN 150	
Est 15	300	421,355	517,805	517,805	415,814	98,450	-5,741	102,181		FoFo DN 150	
Est 25	500	442,089	509,205	509,205	422,995	87,116	-19,094	88,21		FoFo DN 150	
Est 35	700	447,577	496,580	496,580	434,754	49,003	-12,823	61,826		FoFo DN 150	
Est 40	800	450,724	488,371	488,371	443,202	37,647	-7,522	45,169		FoFo DN 150	
Est 50	1004	468,759	468,759	468,759	468,759	0,000	0,000	0		FoFo DN 150	



A Figura 3 mostra as envoltórias para a 1a etapa com o sistema sendo protegido por um volante de inércia com  $J=0,35 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ , equivalente à inércia própria dos conjuntos moto-bomba. A desvantagem deste tipo de proteção é a elevada amperagem de partida do sistema decorrente do acréscimo de inércia do sistema.

A melhor solução seria o emprego de uma válvula antecipadora de onda, do tipo da série 700 da BERMAD ou similar. A válvula antecipadora de onda permitiria a eliminação dos efeitos dos transientes hidráulicos nesse caso, de forma semelhante ao que foi obtido com a introdução do volante de inércia. A Figura 4 mostra as envoltórias para a vazão da 3a etapa, adotando-se agora um volante de inércia com  $J=0,45 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ , equivalente ao do conjunto moto-bomba. Convém observar-se que a válvula antecipadora de onda poderia solucionar ambos casos de uma única vez, pois o acréscimo de vazão entre a 1a e 3a etapas é pequena, da ordem de 15%.

### 5.3.2 - Trecho entre a EB-1 e o SP-1

As Figuras 5 e 6 mostram as envoltórias para a 1a etapa e 3a etapa respectivamente, considerando-se o trecho de adutora sem proteção. Observa-se que ocorrem inaceitáveis subpressões no trecho a partir da estaca 170, em ambos os casos. Os valores negativos superiores ao vácuo absoluto, tal como indicado na planilha, podem ser interpretados como a carga hidráulica positiva mínima que deveria ser disponibilizada por instrumentos de proteção na adutora de forma a não gerar subpressões indesejáveis. Estes valores foram obtidos relaxando-se a condição de separação de coluna no software. A rigor são valores meramente teóricos e servem apenas como balizadores da necessidade de proteção do trecho da adutora.

As figuras 7 e 8 mostram as envoltórias com a solução otimizada de proteção para o trecho, compreendendo uma reservatório one-way na estaca 200 e uma chaminé de equilíbrio na estaca 270. O one-way teria um diâmetro interno de 3,00 m e uma altura de coluna d'água útil de 16,6 m, ou seja, de altura entre o nível d'água máximo no reservatório onde se colocaria a válvula de bóia ou registro automático de entrada e a saída da canalização de alimentação da adutora pelo one-way. Um one-way deste tipo teria em média uma altura total da ordem de 18 m. A tubulação de ligação do one-way com a adutora é de 150 mm.

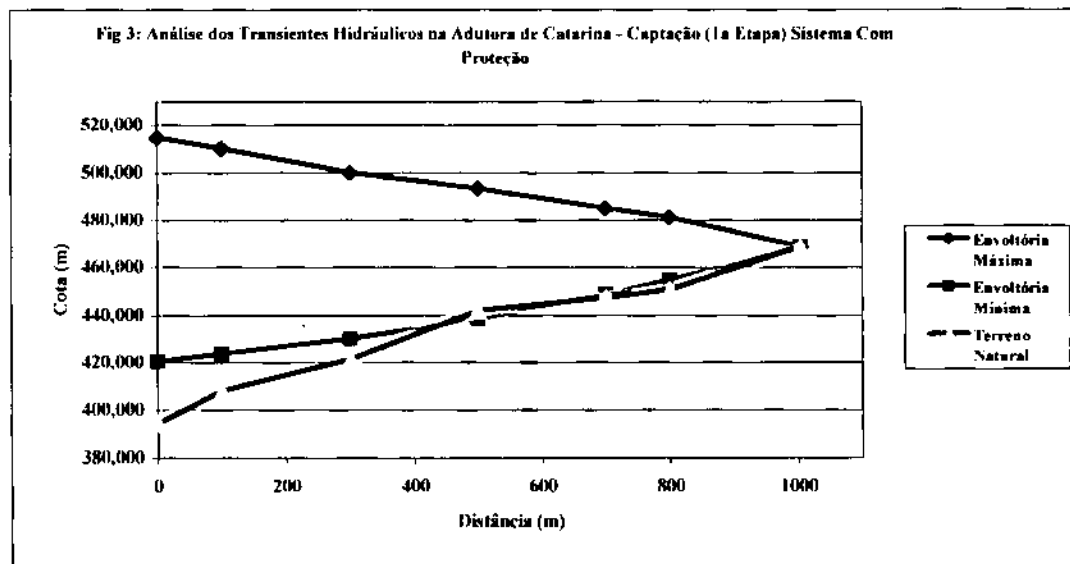
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

Captação 1a ETAPA - SISTEMA COM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01  
Válvula Antecipadora de Onda ou Volante de Inércia com  $J=0.35 \text{ kg}^2/\text{m}^2$

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória da Captação de Catarina (1a Etapa  $Q=24,33 \text{ l/s}$ )

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão		Amplitude da Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima			
Est 00= EB Capt	0	394,264	514,971	420,447		120,707	28,183	94,524	Elevatória
Est 5	100	407,785	510,175	423,750		102,390	15,965	86,425	FoFo DN 150
Est 15	300	421,355	500,221	430,190		78,868	8,835	70,031	FoFo DN 150
Est 25	500	442,089	493,600	438,422		51,511	-3,667	55,178	FoFo DN 150
Est 35	700	447,577	485,187	448,696		37,590	1,119	38,471	FoFo DN 150
Est 40	800	450,724	481,334	454,733		30,610	4,008	26,601	FoFo DN 150
Est 50	1004	488,759	488,759	488,759		0,000	0,000	0	FoFo DN 150



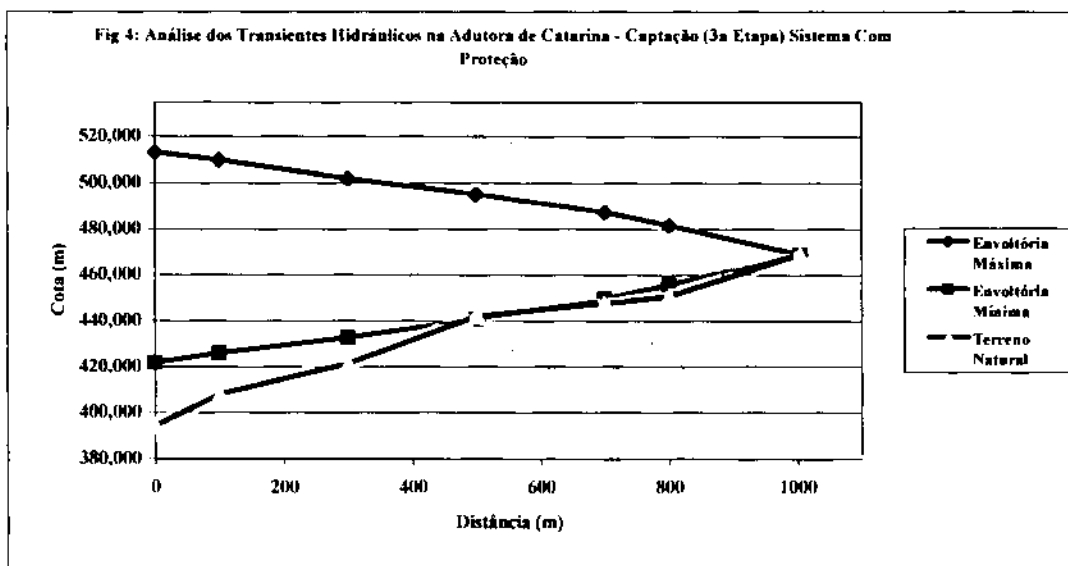
GOA

**ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA**

Captação 3ª ETAPA - SISTEMA COM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01  
Válvula Antecipadora de Onda ou Volante de Inércia com  $J=0.45 \text{ kg}^*m^2$

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória da Captação de Catarina (3ª Etapa  $Q=28,00 \text{ l/s}$ )

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão		Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Envoltória	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima		
Est 00= EB Capt	0	394,264	513,418	422,074		119,154	27,810	91,344	Elevatória
Est 5	100	407,785	510,002	426,283		102,217	18,498	83,719	FoFo DN 150
Est 15	300	421,355	501,977	432,880		80,622	11,525	89,097	FoFo DN 150
Est 25	500	442,089	495,180	441,017		53,091	-1,072	54,163	FoFo DN 150
Est 35	700	447,577	487,491	449,829		39,914	2,252	37,662	FoFo DN 150
Est 40	800	450,724	481,495	455,810		30,771	5,086	25,685	FoFo DN 150
Est 50	1004	468,759	468,759	468,759		0,000	0,000	0	FoFo DN 150





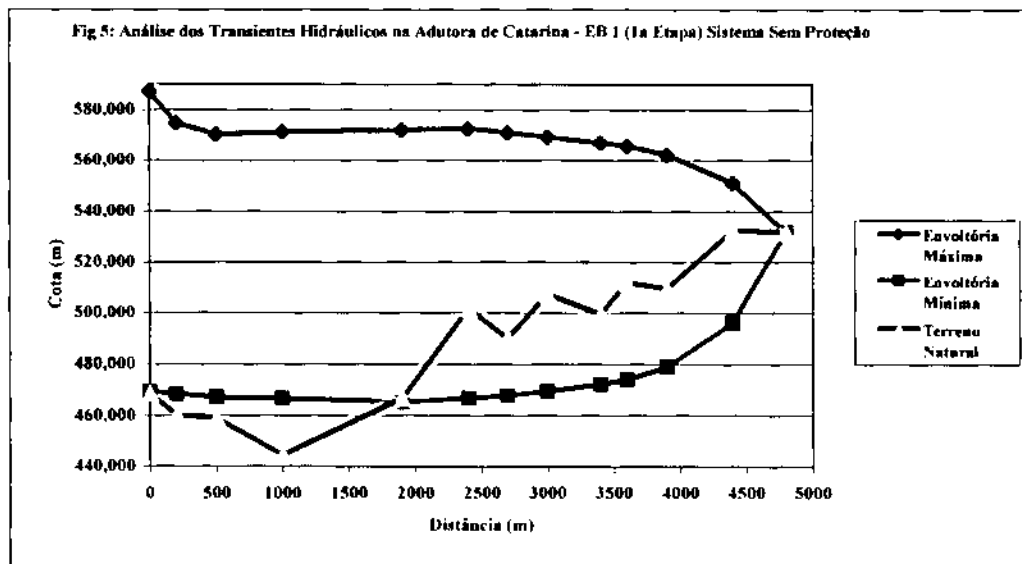
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

EB-1 1a ETAPA - SISTEMA SEM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-1 de Catarina Trecho 2 (1a Etapa Q=15,56 l/s)

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão		Subpessão		Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Envoltória	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima	Máxima	Máxima		
Est 50= EB-1	0	468,759	587,262	469,184	118,503	0,425	118,078	Elevatória			
Est 60	200	460,250	574,898	468,330	114,646	8,080	106,566	FoFo DN 150			
Est 75	500	458,875	570,267	467,218	111,392	8,343	103,049	FoFo DN 150			
Est 100	1000	444,331	571,498	466,698	127,165	22,387	104,798	FoFo DN 150			
Est 145	1900	466,594	572,034	465,267	105,440	-1,327	106,767	FoFo DN 150			
Est 170	2400	501,762	572,733	468,721	70,971	-35,041	108,012	FoFo DN 150			
Est 185	2700	490,012	571,004	467,770	80,992	-22,242	103,234	FoFo DN 150			
Est 200	3000	507,182	569,244	469,380	62,082	-37,782	99,664	FoFo DN 150			
Est 220	3400	499,382	567,059	472,098	67,677	-27,284	94,961	FoFo DN 150			
Est 230	3600	511,719	565,835	474,092	54,116	-37,627	91,743	FoFo DN 150			
Est 245	3900	509,344	562,206	478,940	52,862	-30,404	83,266	FoFo DN 150			
Est 270	4400	532,571	551,228	496,031	18,657	-36,540	55,197	FoFo DN 150			
Est 290	4800	531,870	531,870	531,870	0,000	0,000	0	FoFo DN 150			





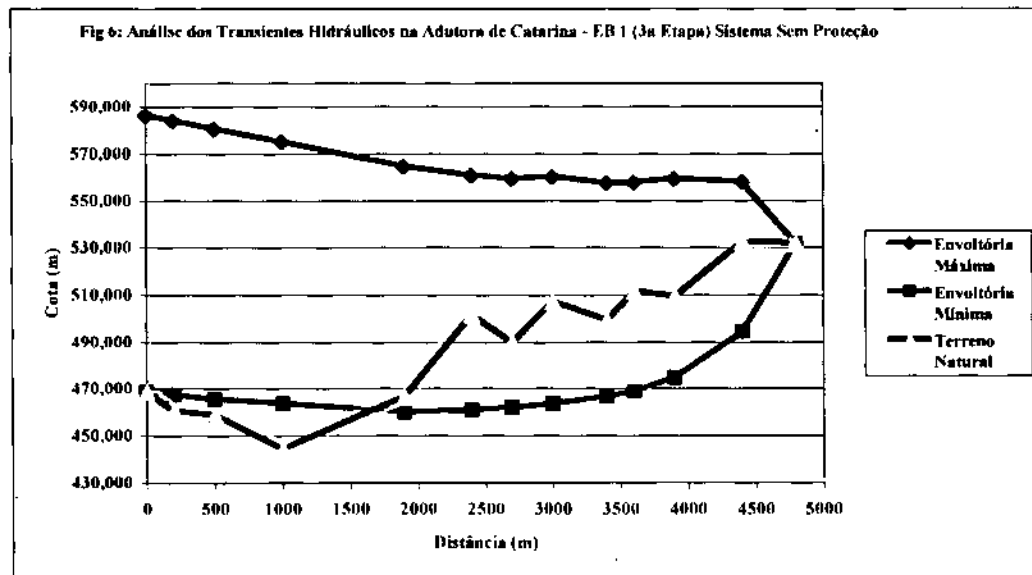
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

EB-1 3ª ETAPA - SISTEMA SEM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-1 de Catarina Trecho 2 (3ª Etapa Q=22,92 l/s)

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória	Envoltória	Sobrepessão	Subpressão	Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima			
Est 50= EB-1	0	468,759	586,336	468,877		117,577	0,118	117,459	Elevatória
Est 60	200	460,250	584,126	467,399		123,876	7,149	116,727	FoFo DN 150
Est 75	500	458,875	580,580	465,447		121,705	6,572	115,133	FoFo DN 150
Est 100	1000	444,331	575,041	463,610		130,710	19,279	111,431	FoFo DN 150
Est 145	1900	466,594	564,856	460,114		98,262	-6,480	104,742	FoFo DN 150
Est 170	2400	501,762	560,946	460,989		59,184	-40,793	99,977	FoFo DN 150
Est 185	2700	490,012	559,662	461,874		69,650	-28,138	97,788	FoFo DN 150
Est 200	3000	507,162	560,331	463,515		53,169	-43,647	96,816	FoFo DN 150
Est 220	3400	499,382	557,778	466,515		58,396	-32,867	91,263	FoFo DN 150
Est 230	3600	511,719	558,048	468,828		46,329	-42,891	89,22	FoFo DN 150
Est 245	3900	509,344	559,635	474,621		50,291	-34,723	85,014	FoFo DN 150
Est 270	4400	532,571	558,278	494,441		25,707	-38,130	63,837	FoFo DN 150
Est 290	4800	531,870	531,870	531,870		0,000	0,000	0	FoFo DN 150





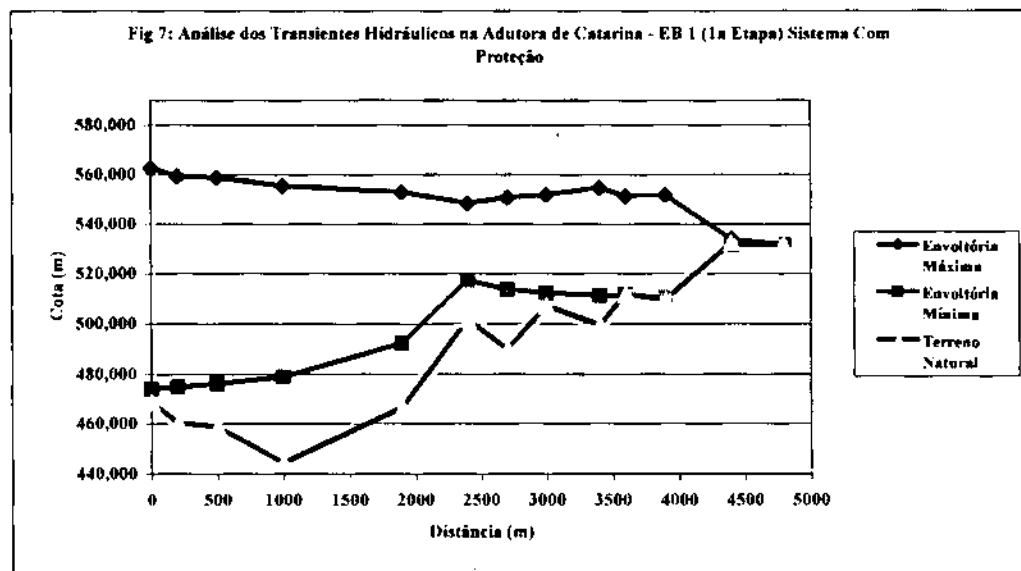
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

EB-1 1a ETAPA - SISTEMA COM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/06/01  
1 One-Way na estaca 200 e 1 chaminé na estaca 270

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-1 de Catarina Trecho 2 (1a Etapa Q=15,56 l/s)

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepresão		Subpressão		Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima	Máxima				
Est 50= EB-1	0	468,759	562,768	474,037	94,009	5,278	88,731	Elevatória			
Est 60	200	460,250	559,505	474,812	99,255	14,582	84,693	FoFo DN 150			
Est 75	500	458,875	558,771	475,960	99,896	17,085	82,811	FoFo DN 150			
Est 100	1000	444,331	555,494	478,917	111,163	34,586	76,577	FoFo DN 150			
Est 145	1900	466,594	553,021	492,193	86,427	25,599	60,828	FoFo DN 150			
Est 170	2400	501,762	548,688	517,397	46,926	15,835	31,291	FoFo DN 150			
Est 185	2700	490,012	550,839	513,832	60,827	23,820	37,207	FoFo DN 150			
Est 200	3000	507,182	551,957	512,384	44,795	5,222	39,573	FoFo DN 150			
Est 220	3400	499,382	554,721	511,247	55,339	11,865	43,474	FoFo DN 150			
Est 230	3600	511,719	551,371	511,452	39,652	-0,267	39,919	FoFo DN 150			
Est 245	3900	509,344	551,818	510,119	42,472	0,775	41,697	FoFo DN 150			
Est 270	4400	532,571	534,224	531,479	1,653	-1,092	2,745	FoFo DN 150			
Est 290	4800	531,870	531,870	531,870	0,000	0,000	0	FoFo DN 150			



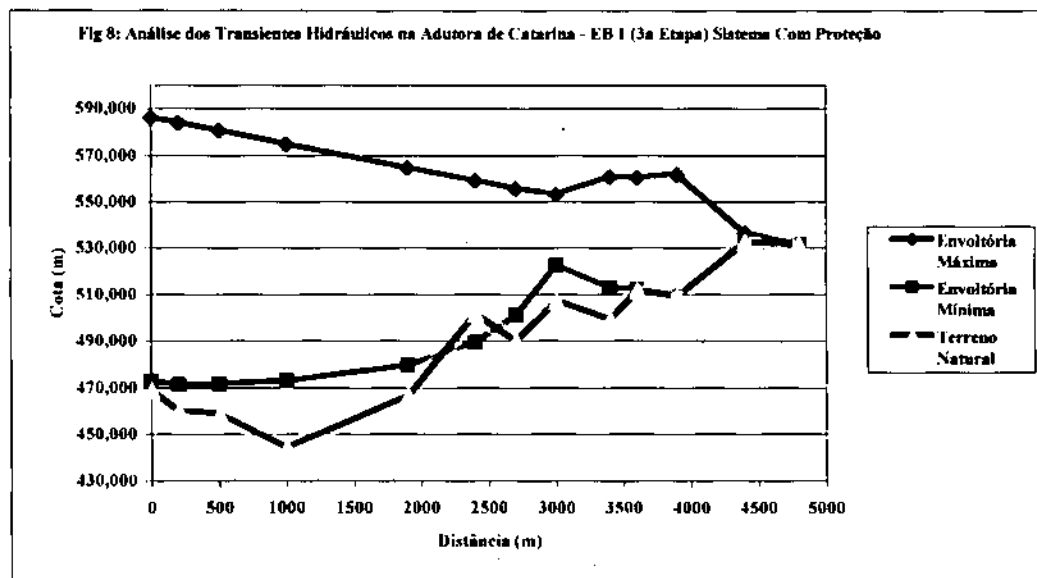
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

EB-1 3ª ETAPA - SISTEMA COM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01  
1 One-way na estaca 200 e 1 chaminé na estaca 270

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-1 de Catarina Trecho 2 (3ª Etapa Q=22,92 l/s)

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão		Subpessão	Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Envoltória	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima			
Est 50= EB-1	0	468,759	586,338	472,642	117,579	3,883	113,696	Elevatória		
Est 60	200	460,250	584,129	471,371	123,879	11,121	112,758	FoFo DN 150		
Est 75	500	458,875	580,720	471,593	121,845	12,718	109,127	FoFo DN 150		
Est 100	1000	444,331	575,041	472,983	130,710	28,652	102,058	FoFo DN 150		
Est 145	1900	466,594	564,848	479,549	98,254	12,955	85,299	FoFo DN 150		
Est 170	2400	501,782	559,177	489,405	57,415	-12,357	69,772	FoFo DN 150		
Est 185	2700	490,012	555,747	500,947	65,735	10,935	54,8	FoFo DN 150		
Est 200	3000	507,162	553,255	522,775	46,093	15,613	30,48	FoFo DN 150		
Est 220	3400	499,382	560,813	512,820	61,431	13,438	47,993	FoFo DN 150		
Est 230	3600	511,719	560,729	512,471	49,010	0,752	48,258	FoFo DN 150		
Est 245	3900	509,344	562,022	509,596	52,678	0,252	52,428	FoFo DN 150		
Est 270	4400	532,571	536,459	532,253	3,888	-0,318	4,206	FoFo DN 150		
Est 290	4800	531,870	531,870	531,870	0,000	0,000	0	FoFo DN 150		





A chaminé de equilíbrio teria uma altura da ordem de 19 m, consistindo de uma torre piezométrica construída na vertical no diâmetro de 0,5 m, ancorada no solo por meio de cabos de aço de forma a fixá-la na posição vertical sobre a tubulação da adutora. As figuras 7 e 8 comprovam pelas envoltórias resultantes a adequação desta solução em termos de proteção contra os transientes hidráulicos no trecho.

### 5.3.3 - Trecho entre a EB-2 e o SP-2

As figuras 9 e 10 mostram as envoltórias para o trecho sem proteção para as 1a e 3a etapas respectivamente. Nota-se que devido a vazão passar de 15,42 l/s para 25,42 l/s, portanto um incremento de 65 % aproximadamente, as envoltórias se comportam de forma bastante diferentes. Para a 1a etapa do projeto seria suficiente a construção de um one-way na estaca 720, com o mesmo padrão do one-way da estaca 200 do subtrecho anterior (diâmetro de 3,00 m; altura d'água de 16,6 m e diâmetro de ligação de 150 mm). A Figura 11 comprova a eficácia da proteção oferecida por este one-way. Pontos residuais de subpressão como na estaca 600 poderiam ser eliminados pelo emprego de ventosas de tríplex função, o mesmo se recomendando para a estaca 695.

Entretanto, neste trecho específico, a solução adotada para a 1a etapa não serviria para a 3a etapa, requerendo a construção de um segundo one-way com as mesmas características do primeiro para a estaca 600, mantendo-se o primeiro one-way na estaca 720. A Figura 12 mostra as envoltórias obtidas com esta solução de proteção. Recomenda-se ainda o emprego de ventosas de tríplex função na estaca 695 tal como anteriormente indicado. A construção desse segundo one-way logo na 1a etapa do projeto ficaria para ser discutida após um estudo econômico da alternativa. A solução mais simples seria a construção somente do primeiro one-way na estaca 720 deixando para a 2a ou 3a etapas a construção do segundo na estaca 600, em substituição às ventosas de tríplex função indicadas na 1a etapa para esta posição.



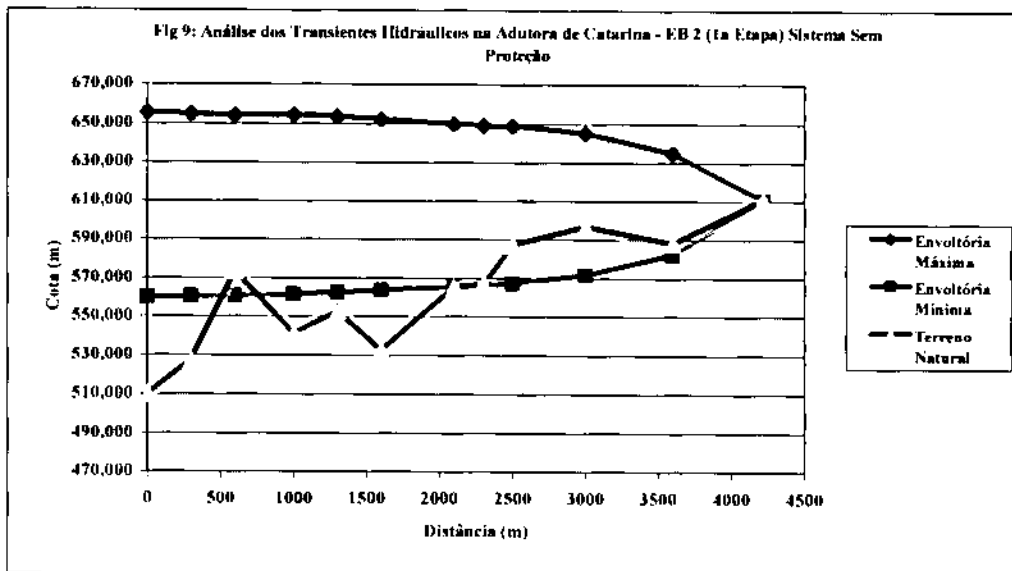
GOA

**ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA**

**EB-2 1ª ETAPA - SISTEMA SEM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01**

**Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-2 de Catarina Trecho 3.2 (1ª Etapa Q=15,42 l/s)**

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepressão		Subpressão		Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Envoltória	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima	Máxima	Máxima		
Est 570= EB-2	0	509,872	655,298	650,064		145,426		50,192		95,234	Elevatória
Est 585	300	527,494	654,827	580,327		127,333		32,833		94,5	FoFo DN 150
Est 600	600	573,507	654,105	580,495		80,598		-13,012		93,61	FoFo DN 150
Est 620	1000	541,190	654,518	561,307		113,326		20,117		93,211	FoFo DN 150
Est 635	1300	552,655	653,551	562,388		100,898		9,731		91,165	FoFo DN 150
Est 650	1800	532,586	652,090	583,627		119,504		31,041		88,463	FoFo DN 150
Est 675	2100	585,305	649,807	585,322		84,502		0,017		84,485	FoFo DN 150
Est 685	2300	586,703	649,238	586,247		82,535		-0,458		82,991	FoFo DN 150
Est 695	2500	587,030	648,690	567,208		81,660		-19,824		81,484	FoFo DN 150
Est 720	3000	586,670	645,122	571,618		48,452		-25,052		73,504	FoFo DN 150
Est 750	3800	588,138	634,879	582,001		46,743		-8,135		52,878	FoFo DN 150
Est 781	4220	610,617	610,617	610,617		0,000		0,000		0	FoFo DN 150



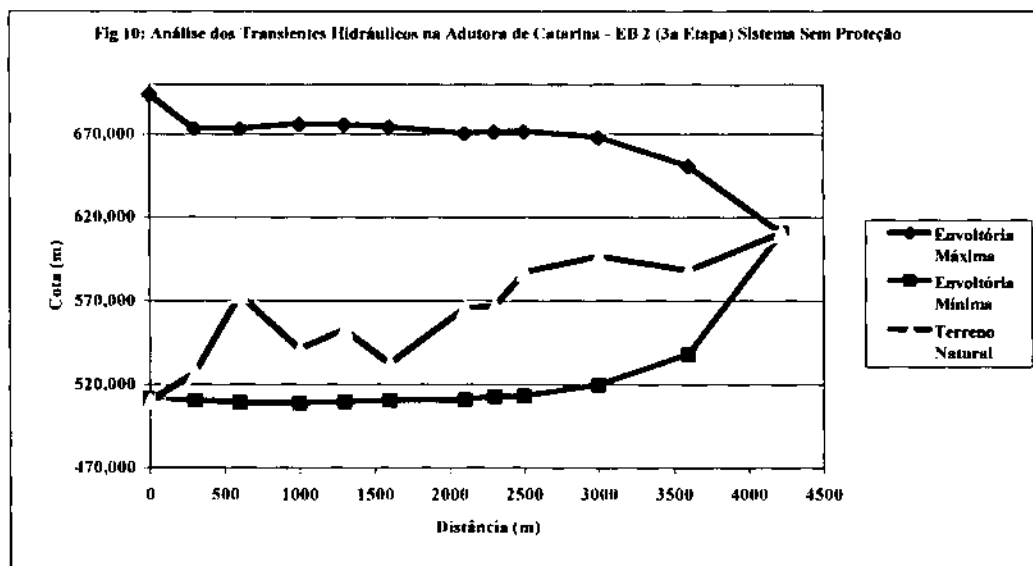
GOA

**ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA**

**EB-2 3a ETAPA - SISTEMA SEM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01**

**Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-2 de Catarina Trecho 3.2 (3a Etapa Q=25,42 l/s)**

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão	Subpessão	Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Envoltória	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima		
Est 570= EB-2	0	509,872	694,219	511,568		184,347	1,696	182,651	Elevatória
Est 585	300	527,494	673,392	510,408		145,898	-17,086	162,984	FoFo DN 150
Est 600	600	573,507	673,400	509,141		99,893	-64,366	164,259	FoFo DN 150
Est 620	1000	541,190	676,222	508,879		135,032	-32,311	167,343	FoFo DN 150
Est 635	1300	552,655	675,800	509,564		123,145	-43,091	166,236	FoFo DN 150
Est 650	1600	532,586	674,124	510,449		141,538	-22,137	163,675	FoFo DN 150
Est 675	2100	565,305	670,489	510,937		105,184	-54,368	159,552	FoFo DN 150
Est 685	2300	566,703	671,668	512,874		104,965	-53,829	158,794	FoFo DN 150
Est 695	2500	587,030	671,415	512,907		84,385	-74,123	158,508	FoFo DN 150
Est 720	3000	596,870	668,079	519,577		71,409	-77,093	148,502	FoFo DN 150
Est 750	3600	588,136	650,228	538,036		62,092	-50,100	112,192	FoFo DN 150
Est 781	4220	610,617	610,617	610,617		0,000	0,000	0	FoFo DN 150





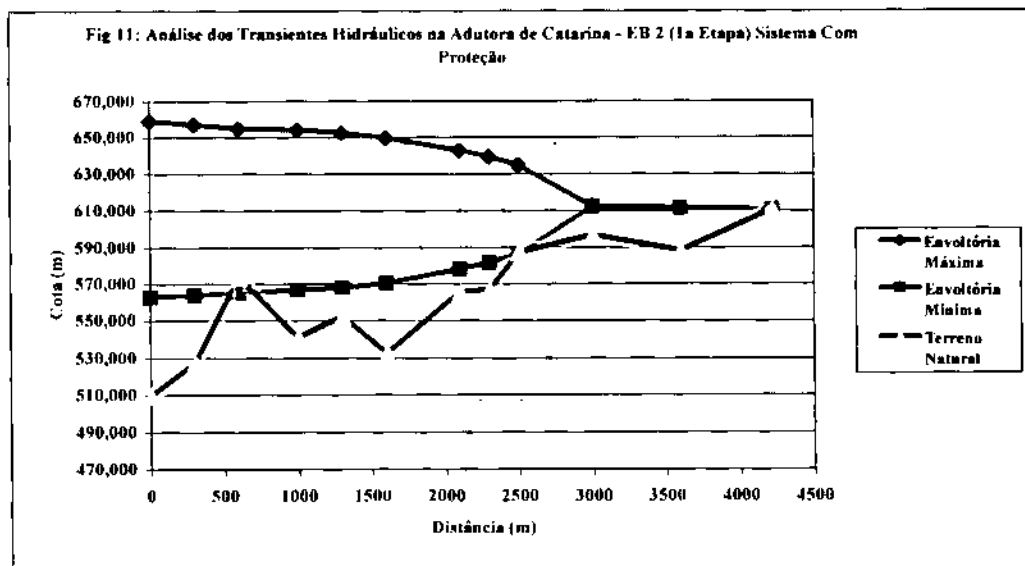
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

EB-2 1ª ETAPA - SISTEMA COM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150)      Data: 23/06/01  
1 One-way na estaca 720

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-2 de Catarina Trecho 3.2 (1ª Etapa Q=15,42 l/s)

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão		Subpressão	Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima				
Est 570= EB-2	0	509,872	659,311	562,609	149,439	52,737	96,702	Elevatória		
Est 585	300	527,494	656,990	563,761	129,498	36,267	93,229	FoFo DN 150		
Est 600	600	573,507	655,039	565,101	81,532	-8,406	89,938	FoFo DN 150		
Est 620	1000	541,190	654,171	566,367	112,981	25,177	87,804	FoFo DN 150		
Est 635	1300	552,655	652,431	567,902	99,776	15,247	84,529	FoFo DN 150		
Est 650	1600	532,586	649,873	570,439	117,287	37,853	79,434	FoFo DN 150		
Est 675	2100	565,305	642,771	577,962	77,468	12,657	64,809	FoFo DN 150		
Est 685	2300	566,703	639,166	581,515	72,463	14,812	57,651	FoFo DN 150		
Est 695	2500	587,030	634,980	586,527	47,950	-0,503	48,453	FoFo DN 150		
Est 720	3000	596,670	612,515	612,262	15,845	15,592	0,253	FoFo DN 150		
Est 750	3600	588,136	611,580	611,406	23,444	23,270	0,174	FoFo DN 150		
Est 781	4220	610,617	610,617	610,617	0,000	0,000	0	FoFo DN 150		





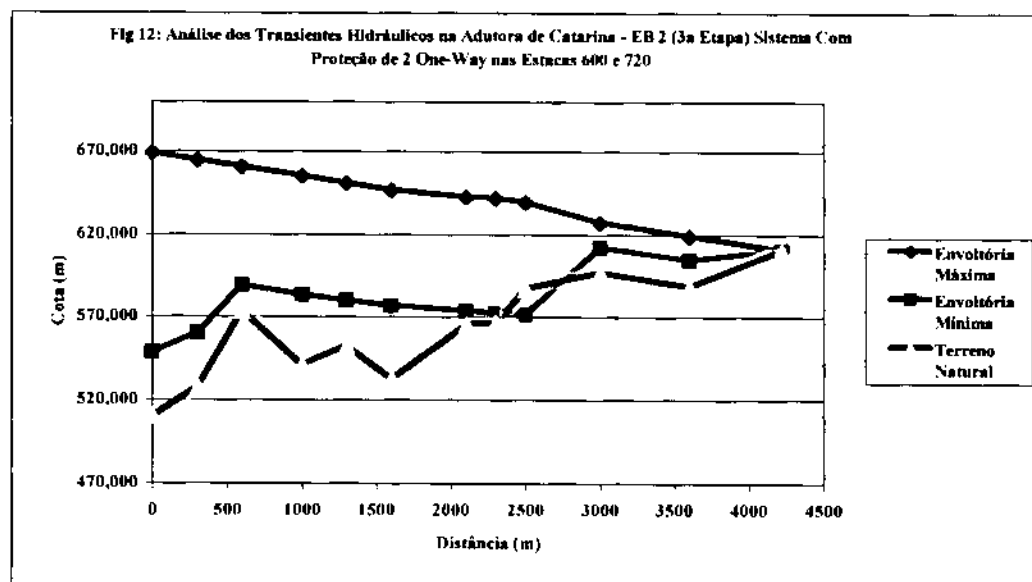
GOA

ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE CATARINA

EB-2 3ª ETAPA - SISTEMA COM PROTEÇÃO (Adutora FoFo DN 150) Data: 23/05/01  
2 One-Way nas Estacas 600 e 720

Tabela 1: Adutora da Estação Elevatória EB-2 de Catarina Trecho 3.2 (3ª Etapa Q=25,42 l/s)

Estaca	Dist da EE	Cota		Envoltória		Sobrepessão	Subpressão	Amplitude de Carga Hidráulica	Observação
		Terreno	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima			
Est 570= EB-2	0	509,872	668,681	548,435	158,809	38,563	120,246	Elevatória	
Est 585	300	527,494	664,623	559,892	137,129	32,398	104,731	FoFo DN 150	
Est 600= 1OW	600	573,507	660,502	589,041	86,995	15,534	71,461	FoFo DN 150	
Est 620	1000	541,190	655,004	583,211	113,814	42,021	71,793	FoFo DN 150	
Est 635	1300	552,655	650,889	579,898	98,234	27,243	70,991	FoFo DN 150	
Est 650	1600	532,586	648,765	576,586	114,179	44,000	70,179	FoFo DN 150	
Est 675	2100	565,305	642,810	573,609	77,505	8,304	69,201	FoFo DN 150	
Est 685	2300	566,703	642,194	571,908	75,491	5,205	70,286	FoFo DN 150	
Est 695	2500	587,030	639,858	571,475	52,828	-15,555	68,383	FoFo DN 150	
Est 720=1OW	3000	596,670	627,479	612,232	30,809	15,562	15,247	FoFo DN 150	
Est 750	3600	588,136	619,190	604,471	31,054	16,335	14,719	FoFo DN 150	
Est 781	4220	610,617	610,617	610,617	0,000	0,000	0	FoFo DN 150	





GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

## ANEXO VIII - RELAÇÃO DE DESENHOS



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CATARINA**  
**RELATÓRIO GERAL**  
**VOLUME 3: DESENHOS - RELAÇÃO DE DESENHOS**

ARQUIVO	DESCRIÇÃO	DESENHO Nº
CAT01_LGS	LAY-OUT GERAL DO SISTEMA	01/72
CAT02_PHS	PERFIL HIDRÁULICO DO SISTEMA	02/72
CAT03_CFEE1	CAPTAÇÃO FLUTUANTE EE1 - PLANTA BAIXA, LOCALIZAÇÃO E CORTE	03/72
CAT04_CFEE1CPB	CAPTAÇÃO FLUTUANTE - CAIXA DE PROTEÇÃO DO BARRILETE E CORTE	04/72
CAT05_CF-EE1EI	CAPTAÇÃO FLUTUANTE - EE1 - ELÉTRICA/ ILUMINAÇÃO	05/72
CAT06_CF-EE1CCE	CAPTAÇÃO FLUTUANTE - EE1- ARQUITETURA CASA DE COMANDO DAS ELETROBOMBAS PLANTA BAIXA, CORTES AA E BB	06/72
CAT07_CFEE1CCEE	CAPTAÇÃO FLUTUANTE - CASA DE COMANDO DAS ELETROBOMBAS ELÉTRICA	07/72
CAT08_CF-EE1SE75	CAPTAÇÃO FLUTUANTE - SUBESTAÇÃO DE 75 KVA	08/72
CAT09_CPF1QCP	CAPTAÇÃO FLUTUANTE - QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO PARA DOIS CONJUNTOS MOTO BOMBAS EIXO HORIZONTAL - POTÊNCIA DE 50 CV	09/72
CAT10_CAPL	CAMINHAMENTO DA ADUTORA E PERFIL LONGITUDINAL	10/72 a 23/72
CAT11_EE1	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1- PLANTA BAIXA E CORTES AA E BB	24/72
CAT12_EE1A	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - ARMADURA	25/72
CAT13_EE1A	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - ARMADURA	26/72
CAT14_EEF	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - FORMA	27/72
CAT15_EE1E1	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - PLANTA BAIXA, CORTES, ELÉTRICA E ILUMINAÇÃO	28/72
CAT16_EE1SE75	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - SUBESTAÇÃO 75KVA	29/72
CAT17_EE1QCP	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO PARA DOIS CONJUNTOS MOTO-BOMBAS EIXO HORIZONTAL - POTÊNCIA DE 50 CV	30/72
CAT18_EE1SL	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE1 - PLANTA DE SITUAÇÃO E LOCAÇÃO	31/72
CAT19_EE1RA100	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100m³ JUNTO A EE1 PLANTA BAIXA E CORTES AA, BB E CC	32/72
CAT20_EE1RA100A	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100 m³ JUNTO A EE1 ARMADURA	33/72
CAT21_EE1RA100F	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100 m³ JUNTO A EE1 FORMA	34/72
CAT22_ONE-WAY	TANQUE UNIDIRECIONAL (ONE-WAY - 1) - CORTES B, C e D LOCALIZADO NA ESTACA - 200	35/72
CAT22_ONE-WAY	TANQUE UNIDIRECIONAL (ONE-WAY - 1) - PLANTA DE SITUAÇÃO E CORTE AA, LOCALIZADO NA ESTACA - 200	36/72
CAT23_CHAEQ	CHAMINÉ DE EQUILIBRIO - PLANTA BAIXA E CORTE - ESTACA - 270	37/72
CAT24_CPSP1	CAIXA DE PASSAGEM - SP1 - CORTES E VISTAS ESTACA - 290	38/72
CAT25_EE2	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - PLANTA BAIXA E CORTES AA, BB	39/72
CAT26_EE2A	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - ARMADURA	40/72
CAT27_EE2A	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - ARMADURA	41/72
CAT28_EE2F	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - FORMA	42/72
CAT29_EE2EI	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - PLANTA BAIXA, CORTES, ELÉTRICA E ILUMINAÇÃO	43/72
CAT30_EE2SE112	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - SUBESTAÇÃO DE 75 KVA	44/72



GERENCIAMENTO E  
OPERAÇÃO DE ÁGUA

ARQUIVO	DESCRIÇÃO	DESENHO Nº
CAT31_EE2QCP	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO PARA DOIS CONJUNTOS MOTO BOMBAS EIXO HORIZONTAL - POTÊNCIA 60 CV	45/72
CAT32_EE2SL	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE2 - PLANTA DE SITUAÇÃO E LOCAÇÃO	46/72
CAT33_EE2RA100	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100 m <sup>3</sup> JUNTO A EE2 PLANTA BAIXA E CORTES AA, BB E CC	47/72
CAT34_EE2RA100A	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100 m <sup>3</sup> JUNTO A EE2 ARMADURA	48/72
CAT35_EE2RA100F	RESERVATÓRIO APOIADO DE 100 m <sup>3</sup> JUNTO A EE2 FORMA	49/74
CAT36_ONE-WAY	TANQUE UNIDIRECIONAL (ONE-WAY - 2) - CORTES B, C e D LOCALIZADO NA ESTACA - 720	50/72 a 51/72
CAT37_CPSP2	CASA DE PASSAGEM SP2 - CORTES E VISTAS - ESTACA 782	52/72
CAT38_ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA ETA - PLANTA BAIXA, VISTA AA E BB	53/72
CAT39_RAP	RESERVATÓRIO APOIADO DE 200 m <sup>3</sup> - PLANTA, CORTES E FACHADA	54/72
CAT40_RA200-AR1	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA - RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO V=200 m <sup>3</sup> - ARMADURA	55/72
CAT41_RA200-AR2	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA EE3 - RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO V=300 m <sup>3</sup> ARMADURA	56/72
CAT42_RE100m <sup>3</sup>	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100 m <sup>3</sup> - OBRA CIVIL E MATERIAIS HIDROMECÂNICOS - PLANTA BAIXA E CORTES	57/72
CAT43_RE100m <sup>3</sup>	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100 m <sup>3</sup> - FERRAGENS	58/72
CAT44_EE-CEM	ESTAÇÃO EXISTENTE - EE3 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - CADASTRO DOS EQUIPAMENTOS MONTADOS	59/72
CAT44_ATEE3-QMP	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA EE3 - QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO PARA DOIS CONJUNTOS MOTO-BOMBAS EIXO HORIZONTAL - POTÊNCIA DE 30 CV	60/72
CAT45_EE4	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE4 - ÁGUA TRATADA PARA LAVAGEM DOS FILTROS	61/72
CAT47_EE4	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE4 - ÁGUA TRATADA PARA LAVAGEM DOS FILTROS - ELÉTRICA E ILUMINAÇÃO	62/72
CAT48_ATEE3-QMP	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE4 - ÁGUA TRATADA QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO PARA DOIS CONJUNTOS MOTO-BOMBAS EIXO HORIZONTAL - POTÊNCIA DE 30 CV	63/72
CAT49_CASQUIM	CASA DE QUÍMICA - ARQUITETURA - PLANTA BAIXA, FACHADA E CORTES	64/72
CAT50_LOC-ETA	LOCAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ETA - PLANTA DE SITUAÇÃO E LOCAÇÃO	65/72
CAT51_PHS	PERFIL HIDRÁULICO DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	66/72
CAT52_CAPLEX	CAMINHAMENTO DA ADUTORA E PERFIL LONGITUDINAL ESTACA - 0 A 79	67/72
CAT53_RE1500CMH	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 150m <sup>3</sup> - OBRA CIVIL E MATERIAIS HIDROMECÂNICOS - SEÇÃO - AA, BB E CC	68/72
CAT54_RE150CEFAF	RESERVATÓRIO ELEVADO DE 150m <sup>3</sup> - CÁLCULO ESTRUTURAL - FORMAS E ARMADURA E FERRAGEM	69/72
CAT55_REELV	LOCAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS ELEVADOS DE 100 m <sup>3</sup> EXISTENTE E 200m <sup>3</sup> A CONSTRUIR	70/72
CAT56_OCCRDV	OBRAS COMPLEMENTARES - CAIXAS DE REGISTROS DE DESCARGA E VENTOSAS	71/72
CAT57_OCPCP	OBRAS COMPLEMENTARES - PORTÃO E CERCA DE PROTEÇÃO - DETALHES CONSTRUTIVOS	72/72