



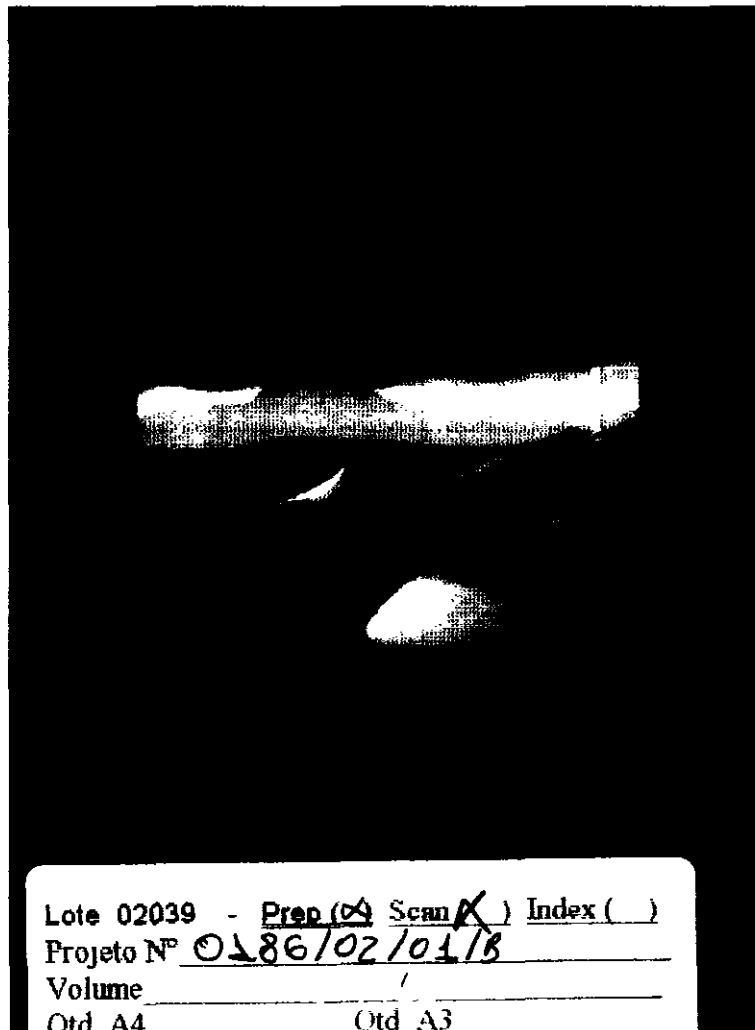
MMA - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

PROÁGUA - SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O SEMI - ÁRIDO BRASILEIRO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH



Lote 02039 - Prep (Scan Index ()
Projeto Nº 0286/02/01/B
Volume /
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CASCAVEL

VOLUME 2 - PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CASCAVEL

RELATÓRIO GERAL

TOMO 1 - TEXTOS



VISTA PANORÂMICA DO AÇUDE PÚBLICO
PLÍNIO POMPEU DE SABOYA MAGALHÃES
(PACAJÚS)
CAPACIDADE MÁXIMA: 148 milhões m³

ÍNDICE

	PAGINAS
APRESENTAÇÃO	1
1 - INTRODUÇÃO	3
2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO	5
2 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	6
2 2 - FONTE HIDRICA	6
2 3 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO ATUAL	8
2 4 - PARÂMETROS DO PROJETO	10
2 5 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA	10
2 5 1 - <i>Captação</i>	12
2 5 2 - <i>Adução de Agua Bruta</i>	12
2 5 3 - <i>Estação de Tratamento</i>	13
2 5 4 - <i>Reservação</i>	15
2 5 5 - <i>Distribuição</i>	16
3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO	17
3 1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE AGUA BRUTA	18
3 1 1 - <i>Dados do Projeto</i>	18
3 1 2 - <i>Dimensionamento Econômico da Adutora</i>	18
3 1 3 - <i>Dimensionamento da Estação Elevatoria da Captação</i>	20
3 1 4 - <i>Dimensões dos Reservatorios</i>	28
3 2 - ESTUDOS DO GOLPE DE ARIETE NAS INSTALAÇÕES DE RECALQUE	29
4 - PROJETO ELÉTRICO	45
4 1 - INTRODUÇÃO	46
4 2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES - DIMENSIONAMENTO ELETRICO	46
4 2 1 - <i>Captação - 1ª Elevatoria (EE-1)</i>	46
4 2 2 - <i>Estação de Tratamento de Agua - ETA</i>	48
4 3 - MOTORES ELÉTRICOS	49
5 - PROJETO ESTRUTURAL	50
5 1 - HIPOTESE DE CARREGAMENTO	51
5 2 - CALCULO DOS ESFORÇOS	51
5 2 1 - <i>Cálculo das Lajes</i>	51
5 2 2 - <i>Cálculo das Vigas e Paredes</i>	51
5 2 3 - <i>Calculo das Cintas</i>	51

5 2 4 - <i>Cálculo dos Pilares</i>	51
5 2 5 - <i>Cálculo das Fundações</i>	51
5 3 - DIMENSIONAMENTO	52
5 3 1 - <i>Lajes</i>	52
5 3 2 - <i>Vigas, Paredes e Cintas</i>	52
5 3 3 - <i>Pilares</i>	52
5 3 4 - <i>Fundações</i>	52

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta os serviços realizados, pela SHS Nordeste Consultora e Projetos de Engenharia Ltda, para a Elaboração do Projeto Executivo da Adutora de Cascavel, no estado do Ceará

Os estudos realizados são apresentados nos seguintes volumes, integrantes do acervo do projeto executivo

Vol 1 - Projeto Executivo da Adutora Cascavel

Tomo I - Levantamentos Topográficos e Estudos Geotécnicos

Vol 2 - Projeto Executivo da Adutora Cascavel

Relatório Geral

- **Tomo I - Textos contendo**
 - **Memorial Descritivo**
 - **Memorial de Cálculos**
- **Tomo II - Quantitativos e Custos**
- **Tomo III - Especificações Técnicas**
 - **Parte A - Obras Civis**
 - **Parte B - Equipamentos e Materiais**
- **Tomo IV - Desenhos**

1 - INTRODUÇÃO



A SHS NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda elaborou o projeto da adutora de Cascavel a partir da regularização do reservatório Pacajus nas proximidades da CE-004

O presente relatório tem como objetivo apresentar de forma organizada o desenvolvimento de estudos específicos e detalhamento do projeto executivo

O conteúdo do relatório é descrito a seguir

- Descrever sumariamente localização e acesso da cidade de Cascavel, e as principais características da fonte hídrica a ser utilizada,
- Apresentar os parâmetros do projeto,
- Descrever o sistema proposto,
- Descrever as várias metodologias e critérios utilizadas no dimensionamento das obras e equipamentos,
- Desenvolver a solução adotada no Estudo de Alternativas em nível de Projeto Executivo,
- Apresentar os cálculos desenvolvidos,
- Fornecer desenhos necessários à execução do projeto do sistema de abastecimento d'água,
- Fornecer especificações técnicas de equipamentos, materiais e serviços,
- Fornecer quantificação e custos de equipamentos, materiais e serviços,
- Apresentar memórias de cálculos hidráulicos, elétricos e estrutural

2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Cascavel, criado em 1833, tem uma área territorial de 822 km² e está inserido na micro região Litoral de Pacajús e na meso região Centro-Leste Cearense

A sede do município tem as seguintes coordenadas geográficas

LAT 4°07'51"

LONG 38°14'11"

O município tem os seguintes limites

NORTE Oceano Atlântico

SUL Ocara

LESTE Beberibe

OESTE BR/116 e Chorozinho

O acesso ao município se dá diretamente pela BR-116 e CE-040

A sua sede dista de Fortaleza 53 km por rodovia e 52 km em linha reta

A Figura 2 1 apresenta o mapa de localização do município de Cascavel no Estado do Ceará

2.2 - FONTE HÍDRICA

A fonte hídrica do projeto será o rio Choró, sendo a captação localizada na sua margem esquerda e a montante da barragem vertedoura existente próximo à CE-004

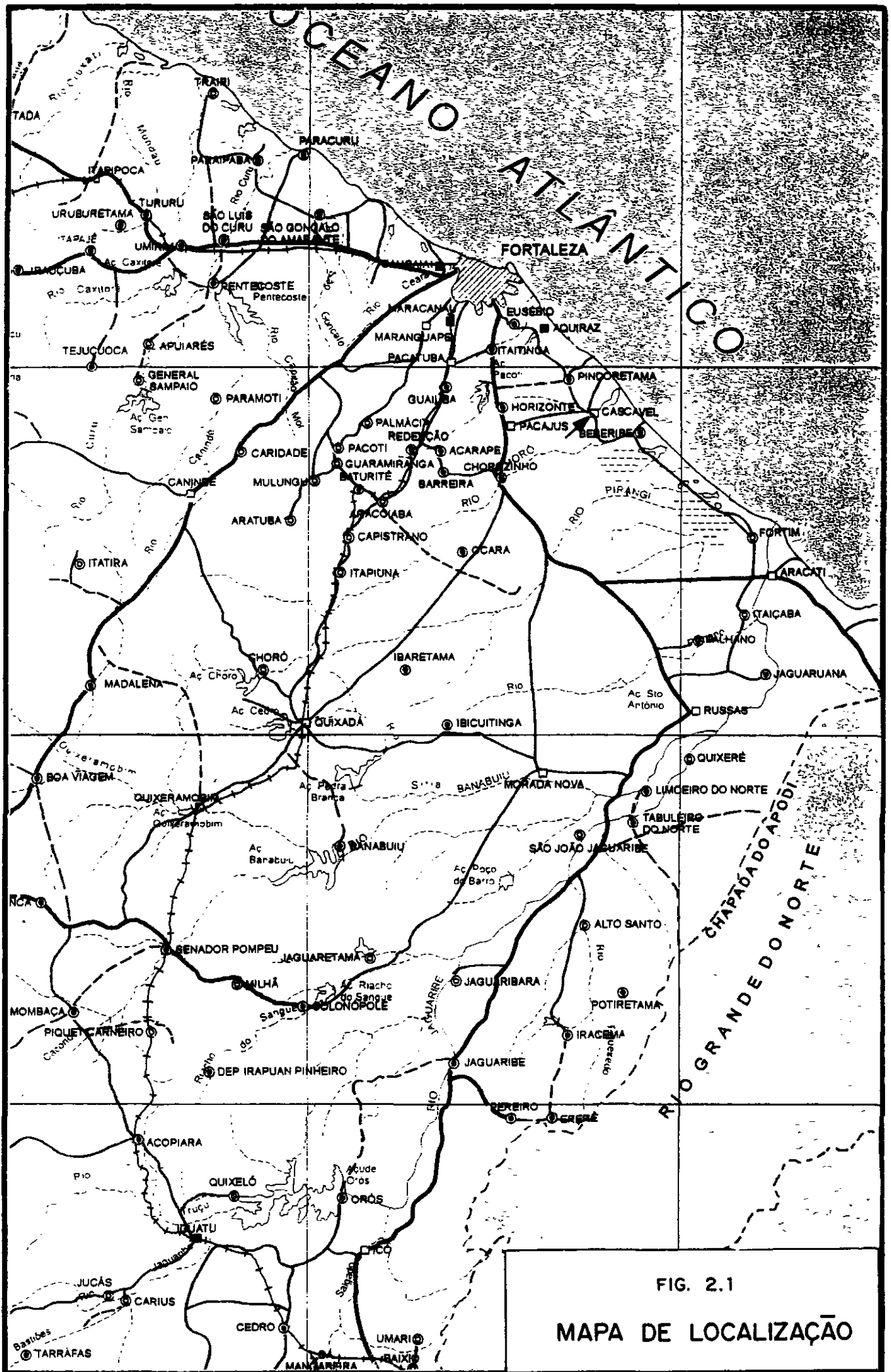


FIG. 2.1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

2.3 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO ATUAL

- Abastecimento D'água (Dados de 1992, fornecidos pela CAGECE para todo o Município)

Ligações de Água	1 937
População Beneficiada	6 650
Rede de Distribuição (m)	27 832
Volume Produzido (m ³ /ano)	492 728

- Abastecimento D'água (Dados de 1996, fornecidos pela CAGECE para o Distrito de Cascavel)

Ligações de Água	846
População Beneficiada	3 384 (considerando 4 hab por ligação)
Volume Produzido (m ³ /mês)	15 585

A Figura 22 contém o croquis que representa de forma esquemática o sistema existente de Abastecimento D'água para Cascavel

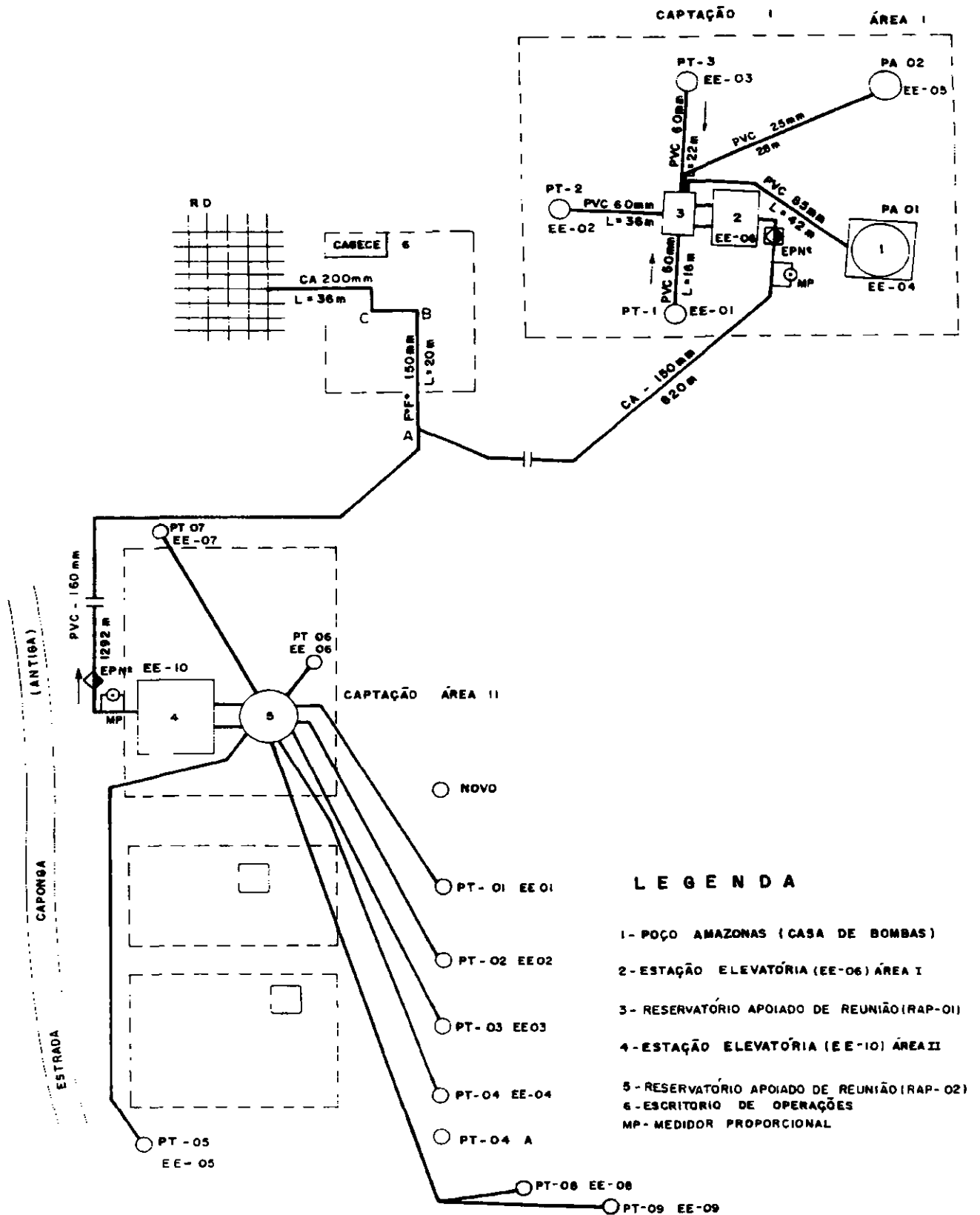


FIGURA 2.2 - CROQUI DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CASCAVEL

2.4 - PARÂMETROS DO PROJETO

Para o desenvolvimento e dimensionamento das partes que compõe o projeto executivo da adutora de Cascavel, foram utilizados os seguintes parâmetros

- População urbana atual (1995) para Cascavel	27 274 hab
- População estimada em 2015 para Cascavel	49 261 hab
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5
- Consumo "per capita"	150 l/hab dia

Considerou-se também para efeito de balanço de água à ofertar, a produção de água tratada já produzida para a localidade de Cascavel, igual à 15 585 m³/dia ou 6 l/s, proveniente das 2 (duas) baterias de poços existentes hoje em Cascavel e operados pela CAGECE

- VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO

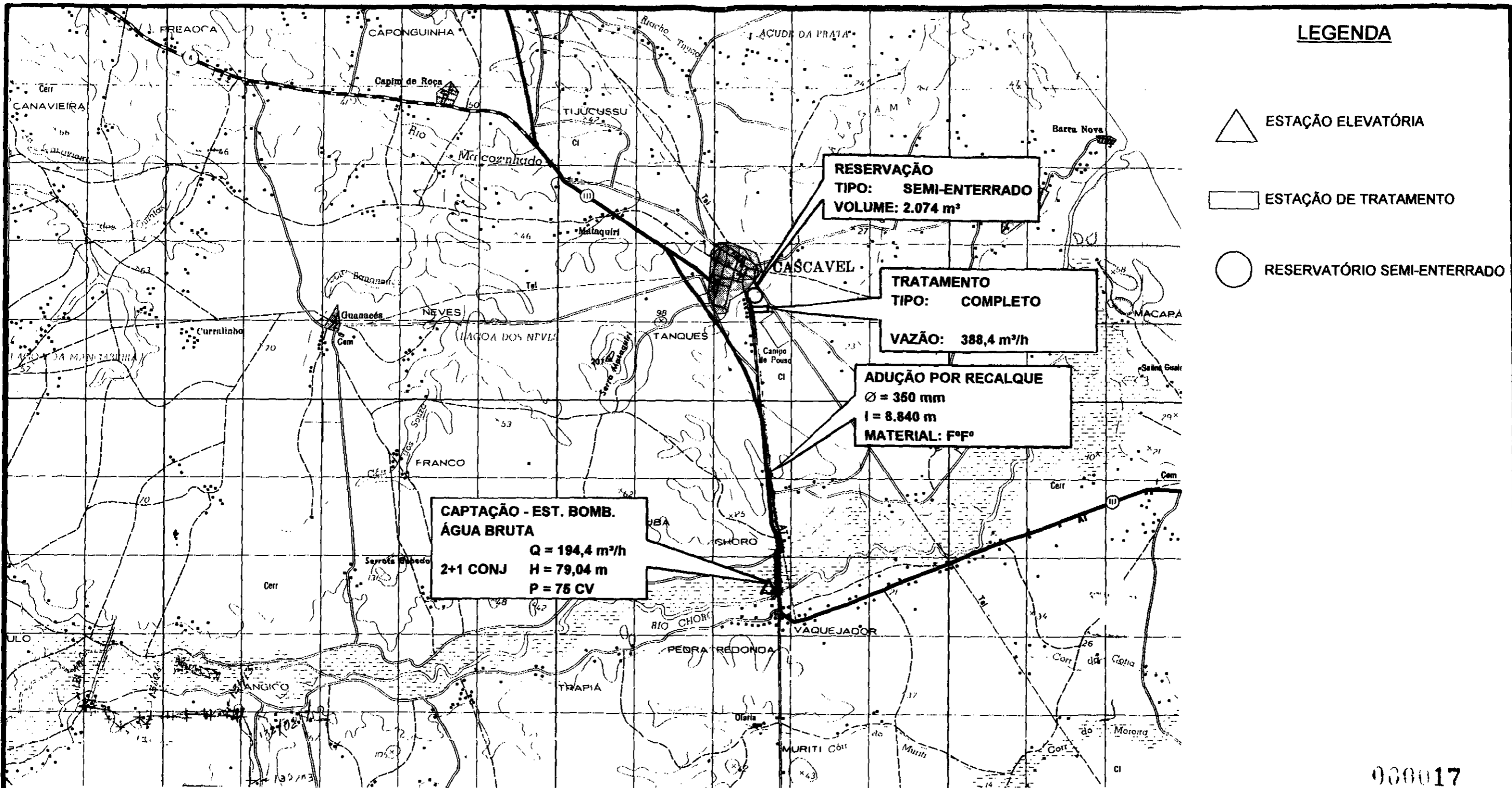
- VAZÃO MÉDIA $Q = 80 \text{ L/s} = 288 \text{ m}^3/\text{h}$
- VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO $Q_1 = 1,2 \times 80,00 = 96,00 \text{ L/s} = 345,60 \text{ m}^3/\text{h}$
- VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO NA HORA DE MAIOR DEMANDA

$$Q_2 = 1,5 \times 96,00 = 144,00 \text{ L/s} = 518,40 \text{ m}^3/\text{h}$$




2.5 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O projeto do sistema de abastecimento proposto para o município de Cascavel prevê um alcance futuro de 20 anos e deverá contemplar uma população de até 49 261 habitantes


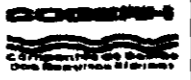
A concepção do sistema obedecerá a seguinte descrição a água bruta será captada no no Choró, a montante da barragem de nível existente, durante 20 horas por dia através de conjuntos motor-bombas instalados em captação fixa e poço seco, distante aproximadamente 9 km da comunidade beneficiada Será recalçada para a Estação de Tratamento d'Água (ETA) localizada no final da adutora em um dos pontos mais elevado da cidade Da ETA seguirá para o reservatório semi-apoiado adjacente (RSE-1) A partir deste ponto um novo recalque fará a água chegar à unidade final de reservação que será um reservatório elevado Do reservatório elevado a água seguirá para distribuição aos consumidores As partes do sistema desenvolvidos neste relatório foram a captação, adução, tratamento e o reservatório semi-apoiado, estando o sistema a partir daí fora da abrangência deste projeto A configuração deste sistema esta representado em croqui na Figura 2 3



LEGENDA

-  ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
-  ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
-  RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO

000017

 CEARÁ <small>ESTADO DO CEARÁ</small> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH  <small>COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS</small> CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS				
	FIGURA 2.3 CONCEPÇÃO PROPOSTA				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">DATA: JULHO/96</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">DES.:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">PROJ.:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ESCALA 1:100 000</td> </tr> </table>	DATA: JULHO/96	DES.:	PROJ.:	ESCALA 1:100 000
DATA: JULHO/96					
DES.:					
PROJ.:					
ESCALA 1:100 000					

Na escolha do caminhamento da adutora procurou-se a solução de menor extensão, sendo que o caminhamento seguirá à margem de estradas existentes, o que facilitará os serviços de construção e manutenção

A seguir serão apresentadas as características das principais unidades do sistema proposto

2 5 1 - Captação

A captação será feita diretamente no rio Choró, a montante da barragem existente, através de 2 conjuntos motor-bombas de eixo horizontal, instalados em captação fixa com poço seco. As bombas recalcarão água bruta, durante 20 horas por dia, através de uma adutora de ferro fundido de 350mm de diâmetro, até a Estação de Tratamento de Água que ficará localizada a 8840 m da captação

Considerando a vazão fornecida pelos 2 poços, igual a 6 l/s, tem-se que a vazão a ser captada será igual a

$Q = \text{Vazão do dia de maior consumo} - \text{vazão dos poços}$

$$Q = 96,00 - 6,00 = 90 \text{ L/s} = 324,00 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (durante 24 horas)}$$

Como o bombeamento se dará durante 20 horas por dia, a vazão bombeada será igual a 388,80 m³/h

Deverão ser instalados três conjuntos, sendo um de reserva, com as seguintes características

$$Q = 194,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{\text{man}} = 79,04 \text{ m}$$

$$P_{\text{motor}} = 75 \text{ CV}$$

$$\text{Rotação} = 3500 \text{ rpm}$$

Tempo de funcionamento 20 horas por dia

As bombas recalcarão até a cota 42,00, na entrada de estação de tratamento d'água por uma extensão de 8840m

As plantas HD-10 e HD-11 contidas no RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2 - TOMO IV - DESENHOS mostram os detalhes da captação (obras civis, equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos)

2 5 2 - Adução de Água Bruta

A adução de água bruta será em conduto forçado por recalque, com as seguintes características técnicas

Material Ferro fundido

Diâmetro = 350mm

Extensão 8840 m

As plantas HD-01 A HD-09 contidas no RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2 - TOMO IV - DESENHOS mostram o perfil e o caminhamento da adutora

2.5.3 - Estação de Tratamento

As características físico-químicas das águas do rio Choró, determinadas pela análise feita em 16 de janeiro de 1996, não se enquadram totalmente dentro dos padrões de potabilidade destacando-se os altos valores de cor e turbidez bem como a presença demasiada de cloretos

A adequabilidade dessas águas aos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde demandaria um tratamento completo para abrandamento, dessalinização para a completa potabilização da água. A adequação desta água para padrões de potabilidade exigiria além de filtragem ou outro método convencional para o enquadramento dos parâmetros como cor e turbidez, equipamentos específicos para a dessalinização, como osmose reversiva

Existe atualmente no mercado equipamentos com tecnologia para tratamento de água com as características apresentadas pelas águas do rio Choró, mas seu custo é muito elevado sendo que um módulo para tratar 200 m³/dia tem custo atual aproximado de US\$250 000 e para tratar toda a água captada serão necessários 39 módulos

Na época em que foi coletada esta amostra de água do rio Choró, o Açude Arerê estava sangrando para o Açude Pacajus, e as águas daquele são extremamente salinas, com valores de aproximadamente 1000 mg/L, o que certamente afetou a qualidade das águas do rio Choró. A CAGECE está realizando obras para impedir que haja mais sangria do Açude Arerê no Açude Pacajus e afirma que atualmente os cloretos no Açude Pacajus estão abaixo de 300 mg/L

Diante dessas informações e do alto custo dos investimentos envolvidos, justificou-se a realização de novas coletas de amostras e análises d'água do rio Choró no ponto de captação e no açude Pacajus. Os resultados das análises são apresentados no Anexo 1. Como pode ser visto pelas últimas análises a água poderá ser tratada pelo método convencional

A estação de tratamento será implantada em terreno de cota natural igual a 35,33 m

A Estação de Tratamento de Água (ETA) será implantada no final da adutora a 8840,00 m do ponto de captação, em um terreno de cota natural igual a 5,33, de onde após o tratamento a água seguirá por gravidade até o reservatório semi-apoiado, localizado junto à ETA. As unidades de tratamento serão do tipo modulado e compacto

As unidades da ETA serão

- Câmara de Carga (com misturador hidráulico)

01 unidade com as seguintes características

Material	resina poliéster e estruturada com fibra de vidro,
Diâmetro	1 500 mm,
Altura	6,20 m

- Clarificador

06 unidades, do tipo compacto, em que as fases de floculação, decantação e filtração ocorrem em uma única estrutura, na qual a filtração propriamente dita é de fluxo ascendente. O clarificador adotado tem as seguintes características

Material	resina poliéster e estruturada com fibra de vidro,
Capacidade de vazão	até 70,0 m ³ /h
Diâmetro	3 000 mm
Altura	4,00 m

- Estação Elevatória para a Lavagem dos Filtros (EE-FILTROS)

O recalque para a lavagem de filtro será realizado por 2 conjuntos motor-bomba centrífuga de eixo horizontal. Deverão ser instalados 3 conjuntos, sendo um de reserva, com as seguintes características

Vazão	380 m ³ /h
Altura manométrica	14 m c a
Potência do motor	30 cv
Motor trifásico	
Rotação	1 750 rpm
Tensão	220/380 V
Tempo de lavagem	8 minutos

A casa de bombas será construída em alvenaria e a sucção das bombas será feita diretamente do reservatório semi-apoiado de água tratada localizada na ETA.

Os detalhes construtivos da EE-FILTROS podem ser vistos nas plantas HD-12 e HD-13 e os das outras das unidades que compõem a ETA podem ser vistos nas plantas HD-14 e HD-15, todas contidas no TOMO IV - DESENHOS DO VOLUME 2 - RELATÓRIO GERAL.

- Reservatório Elevado

Capacidade 518 m³,

Forma circular,

Dimensões diâmetro 10,50 m,

altura útil 6,00 m

Os detalhes construtivos do reservatório semi-apoiado estão apresentados nas plantas HD-12 e HD-13 no TOMO IV - DESENHOS DO VOLUME 2 - RELATÓRIO GERAL

2.5.5 - Distribuição

A distribuição de água à população após o tratamento será objeto de planejamento futuro e portanto não faz parte do escopo deste projeto

- Casa de Química

A casa de química projetada deverá ser construída em alvenaria e terá uma área útil de 97,80m² e será composta de

- 1 sala de armazenamento de produtos químicos,
- 1 sala de dosagem,
- 1 laboratório para análise da água tratada,
- 1 sala de cloração,
- 1 sala para armazenamento dos cilindros de cloro
- 1 sanitário

Os detalhes construtivos da casa de química estão contidos na planta HD-15 no TOMO IV - DESENHOS DO VOLUME 2 - RELATÓRIO GERAL

2.5.4 - Reservação

A reservação de água tratada do sistema se fará em duas unidades, um reservatório semi-apoiado, localizado junto à ETA, e um reservatório elevado localizado no ponto mais elevado de Cascavel. O volume total de água reservado corresponde aproximadamente à um terço do volume necessário no dia de maior consumo, isto é. $1/3 \times 324,00 \times 24 = 2592,00 \text{ m}^3$

Estas unidades, construídas em concreto, terão as seguintes características geométricas

- Reservatório Semi-Apoiado

As principais características são as seguintes

Capacidade 2 074,00 m³,

Cota do Na max 36,26,

Cota do fundo 33,83,

Forma retangular,

Dimensões comprimento 35,50 m,

largura 24,00 m,

altura total 3,00 m,

altura útil 2,43 m

3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

3.1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

O Sistema de Captação da Adutora de Cascavel captará e recalcará uma vazão máxima de 388,80 m³/h através de 2 bombas em paralelo e ligadas através de um barrilete a uma adutora de ferro fundido. O sistema de bombeamento funcionará durante 20 horas por dia.

A captação será fixa com poço seco e ficará localizada na margem esquerda do rio Choró, a montante da barragem de nível existente próximo à CE-04.

3.1.1 - Dados do Projeto

Cota do Leito do rio	5,01
Cota da soleira do vertedor	7,62
Cota do N.A. min. de operação na captação	5,98
Cota do N.A. máx. de operação na captação de enchente)	9,62 (conforme informações locais de marca
Tipo de captação	Captação fixa com poço seco
Tipo de Bombas	Centrífuga de eixo horizontal
Número de bombas instaladas	2 em funcionamento e 1 de reserva
Comprimento do recalque de água bruta	8840,00m

3.1.2 - Dimensionamento Econômico da Adutora

A escolha, do diâmetro da adutora de Cascavel, foi feita de acordo com o método contido na publicação "Dimensionamento Econômico de Tubulações em Recalque", de autoria de CUOMO, A.R. e Villela, S.M., Serviço de Publicações da Escola de Engenharia de São Carlos da USP, Publicação no 46, 1961, onde o diâmetro mais econômico de uma adutora pode ser expresso por

$$D = \left(\frac{\mu b * 9,800^3}{a v \eta c m} \right)^{\frac{1}{(\mu - v)}}$$

onde

- D =** diâmetro econômico da adutora (m)
b e μ = são coeficientes que, para adutora de ferro fundido valem $b = 0,00245$ e $\mu = 5,38$
a e ν = são coeficientes que definem o peso por metro da tubulação e valem
a = 451,9
 ν = 1,37
Q = vazão do projeto igual a $0,108 \text{ m}^3/\text{s}$
 η = rendimento do grupo motor-bomba adotado igual a 0,82
c = custo por kg da tubulação adotado como R\$ 3,05/Kg
m = e um coeficiente que leva em conta o custo das juntas, peças especiais, mão-de-obra de instalação, etc No caso em questão adotado igual a 1 0, por se tratar de adutora longa
 θ = é o coeficiente que define o valor instalado do KW

$$\theta = (ta * r / i) * (1 - 1 / (1 + i)^T)$$

onde

- ta =** é o número de horas de funcionamento por ano, que no caso em questão, adotou-se 7300 horas
i = é a taxa de juros do financiamento da obra que nesse caso, será adotado igual a 12% ao ano
r = e o custo do KW/h. adotado igual a R\$0,12713
T = número de anos de amortização da obra, adotado igual a 20 anos (vida média do sistema)

A potência perdida na adutora é dada por

$$P_p = \frac{9,8 * Q * \Delta H}{\eta}$$

onde

ΔH = perda de carga total na adutora, calculada pela fórmula de Hazen-Williams com $C = 120$ para adutora de ferro fundido com revestimento interno

O custo anual das perdas de energia elétrica é calculado por

$$C_p = P_p * ta * r$$

O custo das perdas (cp), atualizado, considerando 20 anos e a taxa de juros de 12% é dada por

$$cp = \frac{P_p * ta * r}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^T} \right]$$

Na tabela 3.1 encontram-se todos os dados utilizados no dimensionamento econômico da adutora, o diâmetro calculado e o estudo comparativo dos custos da adutora de ferro fundido para os diâmetros de 250mm, 300mm, 350mm e 400mm, considerando que a adutora terá 8840m de comprimento. O diâmetro mais econômico encontrado é igual a 350mm.

3.1.3 - Dimensionamento da Estação Elevatória da Captação

O dimensionamento da Estação Elevatória da Captação será feito, determinando-se as curvas características das tubulações, desde a sucção até o final da adutora. As perdas de cargas distribuídas e localizadas, para diversas vazões, serão calculadas usando-se a fórmula de Hazen-Williams considerando, para as peças especiais, seus comprimentos equivalentes. As curvas características das bombas foram fornecidas pelos fabricantes.

Dados do projeto

• Vazão total	388,80 m ³ /h
• Cota do N.A. min. de operação na captação	5,98
• Cota do N.A. máx. de operação na captação	9,62
• Cota do N.A. na entrada da ETA	42,00
• Desnível geométrico máximo	42,00 - 5,98 = 36,02m
• Comprimento do recalque de água bruta	8840,00m
• Número de bombas em funcionamento	2
• Tempo de funcionamento	20 horas

TABELA 3.1 - ESTUDO COMPARATIVO DOS CUSTOS DE UMA ADUTORA DE FERRO FUNDIDO - ADUTORA DE CASCAVEL

Vazão(m ³ /s)	Comprim (m)	Ta(hs)	r(R\$/kwh)	c(R\$/kg)	m(pecas)	n(rendim)
0,108	8 840,00	7 300,00	0,13	3,05	1,00	0,80

T(anos)	Taxa(i)	--Coeficientes da adutora--				
20	0,12	b	m _i	a	n _i	C(H-W)
		0,00245	5,38	451,9	1,37	120,00

Cálculos			
Teta	Diâmetro Econom (m)	Diâmetro(poleg)	
6932,01	0,33	13	

Diam (m)	Custo dos tubos		Perda de carga	Potência	Custo das Perdas(R\$)		Soma dos custos(R\$)
	P/metro	Total		Perdida(kw)	Anual	Atual	
0,25	110,45	976 378,00	186,541	246,79	229 036,89	1 710 778,16	2 687 156,16
0,30	122,58	1 083 607,20	76,765	101,56	94 252,48	704 013,57	1 787 620,77
0,35	162,30	1 434 732,00	36,235	47,94	44 489,95	332 315,17	1 767 047,17
0,40	192,47	1 701 434,80	18,911	25,02	23 218,87	173 432,06	1 874 866,86

Data base para os precos jan/1996

000027

3.1.3 1 - Curva Característica da Tubulação

Serão instaladas, no poço seco da captação fixa, 3 bombas centrífugas de eixo horizontal, sendo uma de reserva. Cada bomba será ligada a uma tubulação de ferro fundido e através de um barrilete dentro da casa de bombas, unem-se a uma adutora de 350mm também de ferro fundido. A adutora, após o barrilete, será enterrada durante todo o seu percurso. A vazão de dimensionamento é

$$\text{Vazão de 1 bomba } Q_{1b} = 194,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Vazão na adutora } Q = 388,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

a) Perda de Carga na Sucção (Dh_s)

O diâmetro recomendado para as tubulações de sucção é de 150mm e os comprimentos equivalentes para as peças especiais são

Peças especiais (d=150mm)	leq (m)
- 1 crivo	37,50
- 3 tocos	1,20
- 1 registro de gaveta	1,20
- 1 redução (150 x 125mm)	0,90
leq total	40,80m

$$Dh_s = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{C} \right)^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot leqt$$

Sendo

$$C = 120,$$

$$D = 0,15\text{m},$$

$$leqt = 40,80\text{m}$$

Tem-se

$$Dh_s = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{120} \right)^{1,85} \cdot 0,15^{-4,87} \cdot 40,80$$

$$Dh_s = 636,14 Q_{1b}^{1,85}$$

b) Perda de Carga no Recalque até o Início da Adutora (Dh_r)

A perda de carga no recalque será calculada desde a saída da bomba 1 até a junção no início da adutora de 350mm

Peças especiais	leq (m)
- 1 ampliação de 80 x 100mm	1,20
- 1 ampliação de 100 x 150mm	1,80
- 1 válvula de retenção , d= 150mm	15,0
- 1 registro de gaveta, d=150mm	1,20
- 2 tocos , d=150mm	0,50
- 1 curva de 90°, d=150mm	4,50
- 2 toco . d=150mm	1,50
- 1 ampliação 150 x 200mm	2,40
- 2 junções 300 x 200mm	18,0
- 1 ampliação 350 x 300mm	4,20

TABELA 3 2 - PERDA DE CARGA NO RECALQUE ATÉ O INICIO DA ADUTORA

Q _c	leq (m)	D(m)	Dh _r
1Q	1,20	0,10	134,78 Q ^{1,85}
1Q	24,50	0,15	382,00 Q ^{1,85}
1Q	2,40	0,20	9,22 Q ^{1,85}
2Q	18,00	0,30	34,60 Q ^{1,85}
2Q	4,20	0,35	3,81 Q ^{1,85}
TOTAL			564,41 Q ^{1,85}

Sendo

$$Dh_r = 10,64 (Q_c / C)^{1,85} \times D^{4,87} \times leq_t$$

Q_c = vazão que passa no trecho

$$Dh_r = 564,41 Q^{1,85}, \text{ sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

c) Perda de Carga na Adutora (Dh_A)

$$Dh_A = 10,64 (Q_T / C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L_{total}$$

Sendo

$$L_{total} = L + leqt$$

Peças especiais leqt(m)

- 4 curvas de 90° (D=350mm) 42,00

L = 8840,00m comprimento da adutora,

$$L_{total} = 8840,00 + 42,00 = 8882,00m,$$

$$D = 0,35m,$$

$$Q_T = 2 Q$$

$$Dh_A = 10,64 (2Q / 120)^{1,85} \times 0,35^{-4,87} \times 8882$$

$$Dh_A = 8\,058,61 Q^{1,85}, \text{ sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

d) Perda de Carga Total (Dh_t)

$$Dh_t = Dh_s + Dh_r + Dh_A$$

$$Dh_t = (636,14 + 564,41 + 8\,058,61) \times Q^{1,85}$$

$$Dh_t = 9\,259,16 Q^{1,85}$$

A tabela 3.3 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na adutora desde a sucção até a entrada na Estação de Tratamento de Água (ETA), localizada no final da adutora, e também a curva característica da adutora considerando o desnível geométrico igual a 36,02m. A Figura 3.1 mostra a curva característica da adutora.

TABELA 3.3 - PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO, NO BARRILETE E NA ADUTORA DESDE A CAPTAÇÃO ATÉ NA ENTRADA DA ETA (FINAL DA ADUTORA)

VAZÃO EM 1 BOMBA		DHS	DHR	DHA	DHT	VAZÃO NA ADUTORA	HMAN
(m³/H)	(m³/S)	(MCA)	(MCA)	(MCA)	(MCA)	(m³/H)	(MCA)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,02
20,00	0,01	0,04	0,04	0,54	0,62	40,00	36,64
40,00	0,01	0,15	0,14	1,95	2,25	80,00	38,27
60,00	0,02	0,33	0,29	4,14	4,75	120,00	40,77
80,00	0,02	0,56	0,49	7,04	8,09	160,00	44,11
100,00	0,03	0,84	0,75	10,64	12,23	200,00	48,25
120,00	0,03	1,18	1,04	14,91	17,14	240,00	53,16
140,00	0,04	1,57	1,39	19,84	22,79	280,00	58,16
160,00	0,04	2,00	1,78	25,39	29,18	320,00	65,20
180,00	0,05	2,49	2,21	31,58	36,26	360,00	72,30
200,00	0,06	3,03	2,69	38,37	44,09	400,00	80,11
220,00	0,06	3,61	3,21	45,77	52,59	440,00	86,61
240,00	0,07	4,24	3,77	53,76	61,77	480,00	97,79

ADUTORA DE CASCAVEL - CAPTAÇÃO

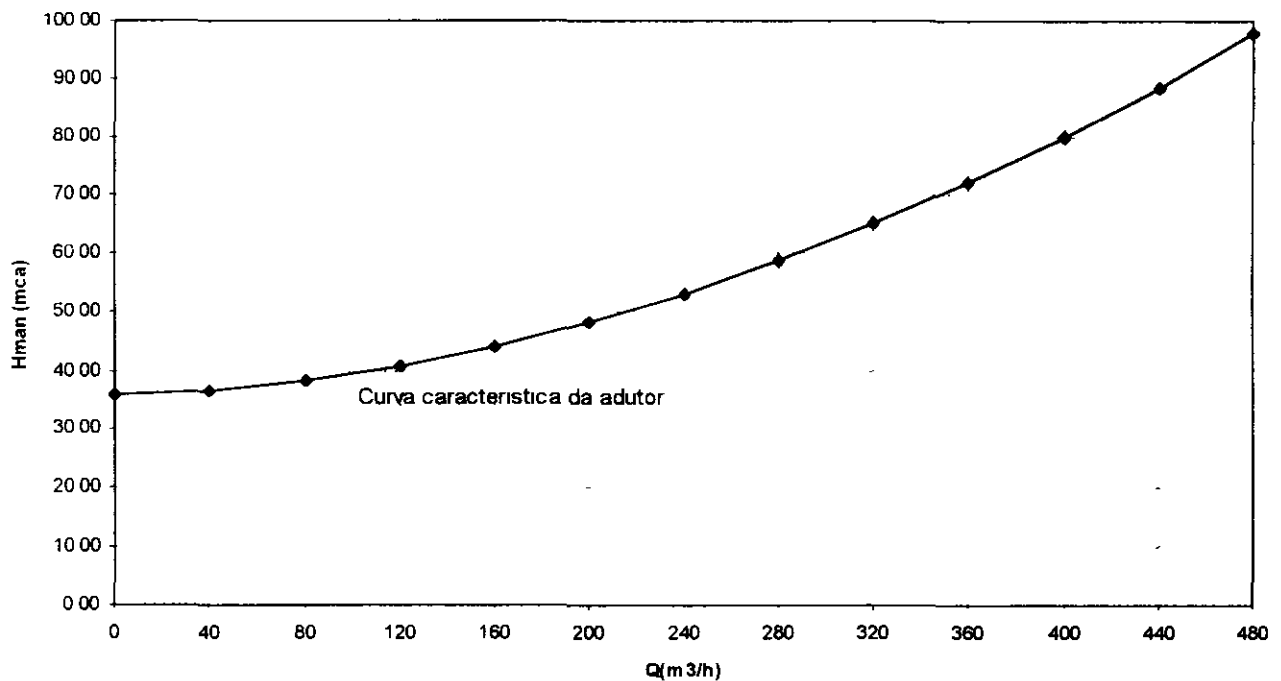


Figura 3.1 - Curva Característica da Adutora desde a Sucção até a ETA

3.1.3.2 - Curva Característica da Bomba

A Tabela 3.4 e a Figura 3.2 mostram a curva característica fornecida pelo fabricante da bomba

TABELA 3.4 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA ESCOLHIDA

VAZÃO		ALTURA MANOMÉTRICA
(m ³ /h)	(m ³ /s)	(m)
0,00	0,000	87,00
20,00	0,006	87,00
40,00	0,011	86,90
60,00	0,017	86,80
80,00	0,022	86,50
100,00	0,028	86,20
120,00	0,033	85,70
140,00	0,039	85,00
160,00	0,044	83,50
180,00	0,050	82,00
200,00	0,056	79,50
220,00	0,061	76,50
240,00	0,067	73,80

ADUTORA CASCAVEL - CAPTAÇÃO

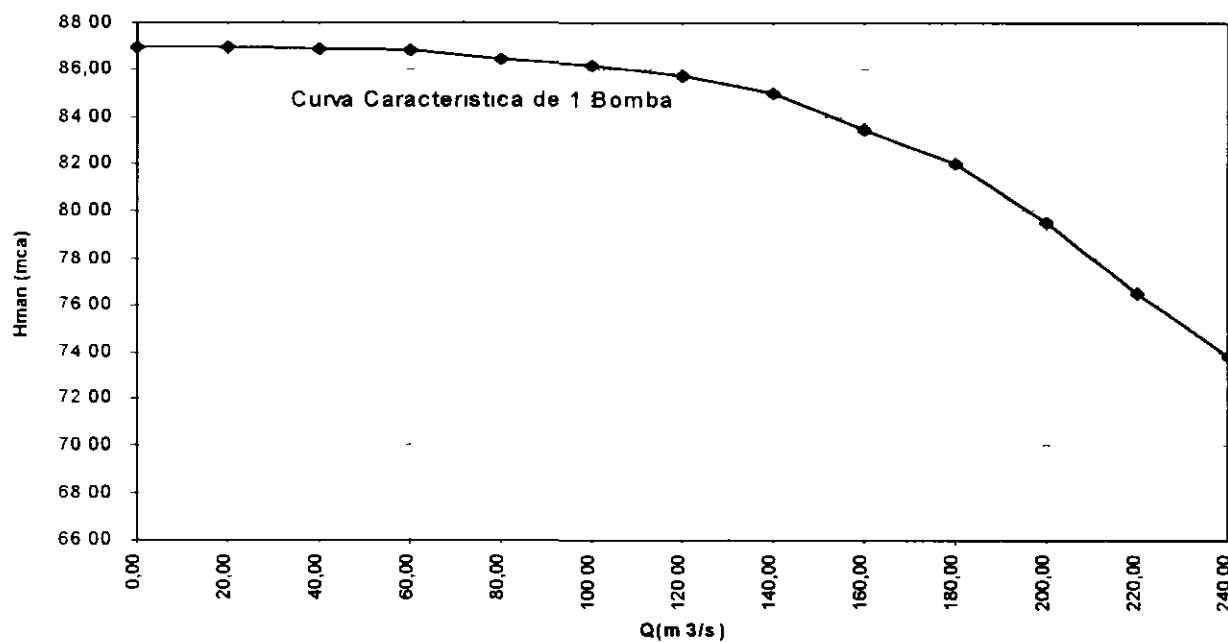


Figura 3.2 - Curva Característica da Bomba Escolhida

Na Tabela 3 5 e na Figura 3 3 encontram-se as curvas características da adutora e das 2 bombas associadas em paralelo

TABELA 3 5 - CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA E DAS BOMBAS ASSOCIADAS EM PARALELO

VAZÃO NA ADUTORA (m ³ /h)	HMAN (Adutora) (mca)	HMAN (bombas) (mca)
0	36,02	87,00
40	36,64	87,00
80	38,27	86,90
120	40,77	86,80
160	44,11	86,50
200	48,25	86,20
240	53,16	85,70
280	58,16	85,00
320	65,20	83,50
360	72,30	82,00
400	80,11	79,50
440	88,61	76,50
480	97,79	73,80

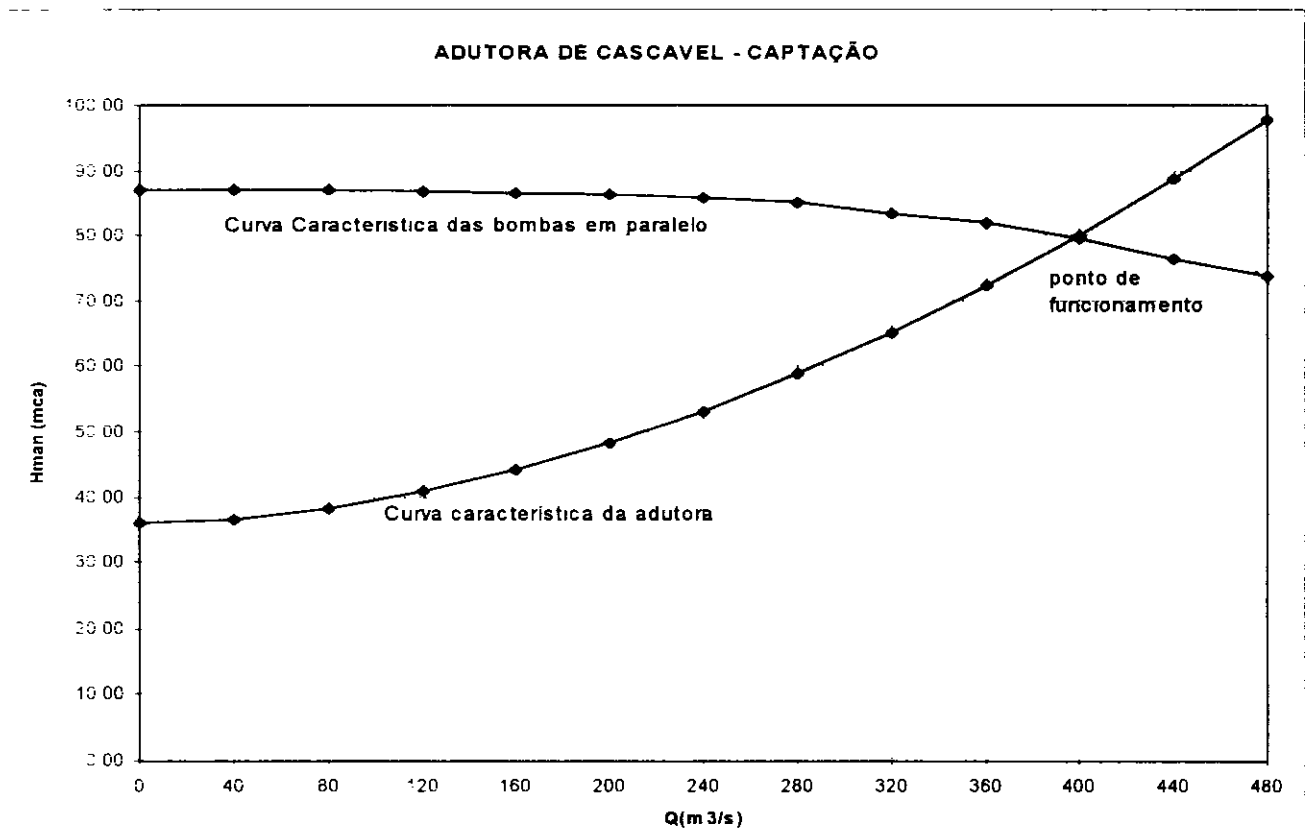


Figura 3 3 - Curvas Características da Adutora, das Bombas em Paralelo e Ponto de Funcionamento do Sistema

Como pode ser visto na Figura 3 3, no ponto de funcionamento do sistema ter-se-á

Vazão Total 392,85 m³/h

Altura manométrica 80,00 m c a

A vazão e a altura manométrica estão um pouco acima dos valores de projeto Deverá ser solicitado do fabricante um ajuste nos rotores para que se tenha no ponto de funcionamento do sistema os seguintes valores

Vazão Total 388,80 m³/h

Altura manométrica 79,04 m c a

Os dados das bombas fornecidos por fabricantes para a Estação de Bombeamento da Captação da Adutora de Cascavel são

- Bomba	centrífuga com eixo horizontal (mono-estágio)
- Diâmetro do rotor	208 mm
- Vazão	194,40 m ³ /h
- Hman	79,04 mca
- Rendimento	80,5%
- Rotação	3500 rpm
- Potência consumida	72 CV
- Potência do Motor	75 CV
- Tensão	220/380V

3.1.4 - Dimensões dos Reservatórios

3.1.4.1 - Reservatório Semi-Apoiado

O reservatório semi-apoiado deverá ter capacidade de armazenamento de 2074 m³ que corresponde a 80% do volume total armazenado diariamente, será retangular e com a seguinte relação entre suas dimensões L1 = 1.5 L2

Dimensões

Largura (L ₂)	24,00m,
Comprimento (L ₁)	35,50m,
Altura útil (h _u)	2,43 m,
Altura total (h _{tot})	3,00 m

3.1.4.2 - Reservatório Elevado

O reservatório elevado deverá ter capacidade de armazenamento de 518 m³ que corresponde a 20% do volume total armazenado diariamente, será circular com as seguintes dimensões

- Diâmetro 10,50 m
- Altura útil 6,00 m

O detalhamento do reservatório elevado será objeto de projeto futuro, dependendo da definição do sistema de distribuição de água tratada

3.2 - ESTUDOS DO GOLPE DE ARIETE NAS INSTALAÇÕES DE RECALQUE

O transiente hidráulico do sistema adutor da Adutora de Cascavel, aqui analisado, é composto de 1 trecho por recalque com 8840 metros de comprimento

Analisou-se o comportamento do sistema hidráulico durante os transientes hidráulicos devido à parada das bombas por interrupção no fornecimento de energia elétrica. Para isso foi utilizado um programa computacional baseado no método das características com o qual é possível analisar o sistema hidráulico como um todo, incluindo os equipamentos de proteção da tubulação. No caso foi considerado o funcionamento normal de todas as válvulas de retenção, isto é sem ocorrer refluxo, e tendo na linha a presença das ventosas para cada local projetado.

Para se aplicar o modelo matemático, o sistema hidráulico foi discretizado com seções igualmente distanciadas entre si (100m) e calculadas as variáveis a cada intervalo de tempo definido no programa para cada trecho.

A adutora foi dividida em trechos, sendo que um trecho é determinado por 2 contornos. Os contornos do sistema adutor da adutora de Cascavel são conjuntos moto-bombas, ventosas e reservatório de jusante, portanto o primeiro trecho inicia-se na estação elevatória e termina na primeira ventosa, os trechos subsequentes iniciam-se e terminam-se em ventosas e o último trecho inicia-se na última ventosa e termina no reservatório de jusante.

O histórico das cargas relativas ($P/\gamma+Z$) para as seções que se desejou estudar são apresentados em forma de tabelas e de gráficos. As cargas apresentadas são chamadas de relativas pois o modelo considera como nível zero o nível do poço de sucção da estação elevatória na captação.

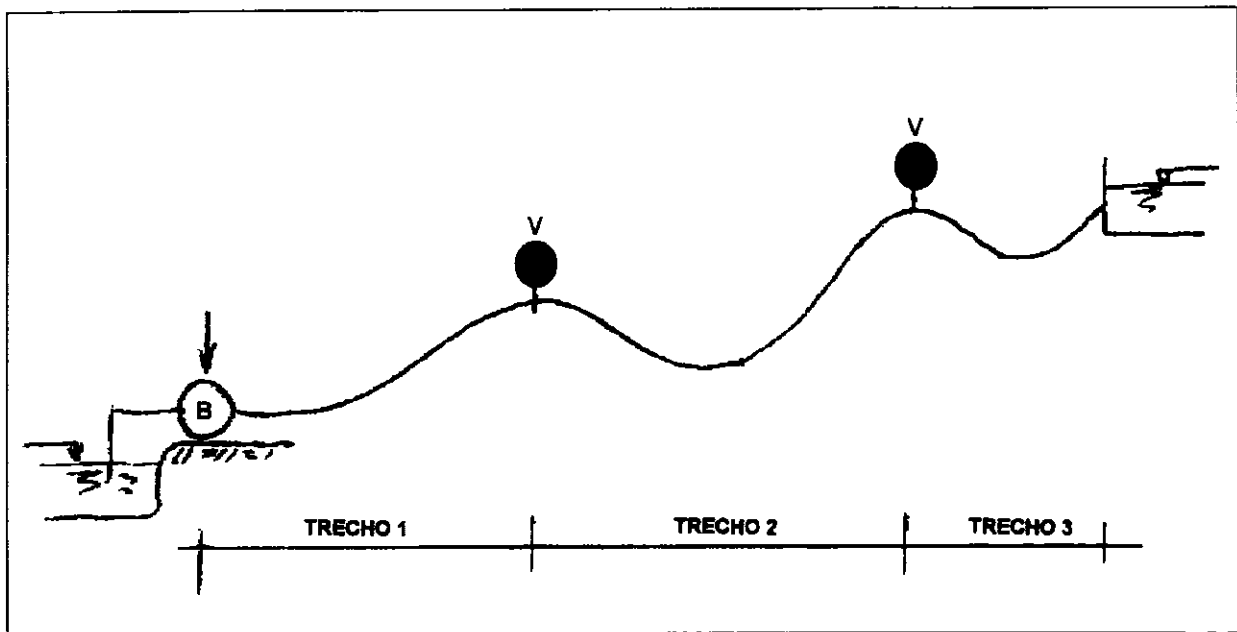


Figura 3.4 - Sistema Hidráulico

Foi analisado o seu funcionamento no regime transiente considerando-se os conjuntos moto-bombas sem volantes. O estudo indicou que as pressões positivas não serão muito maiores do que as pressões no regime normal, mas em alguns trechos ter-se-á pressões negativas muito altas o que obrigou a realização do estudo do funcionamento no regime transiente com a utilização de volantes acoplados às bombas. A Tabela 3.6 e as Figuras 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 e 3.9 mostram as cargas no regime transiente dos trechos 1, 5, 6, 7 e 8, nas seções que apresentaram as menores pressões e a Tabela 3.7 contém o histórico das cargas máximas e mínimas, durante o regime transiente, em todas as seções dos nove trechos da adutora de Cascavel.

Após a análise das linhas piezométricas mínimas devido ao transiente hidráulico, foram acrescentadas algumas ventosas para diminuir as pressões negativas. Os detalhes construtivos das caixas de ventosas e registros podem ser vistos na planta HD -16 contida no RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2 - TOMO IV - DESENHOS.

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
TEMPO(s)	Seção 1	Seção 2	Seção 5	Seção 2	Seção 2
0,00	79,04	70,30	65,39	64,36	57,76
0,11	74,88	70,30	65,39	64,36	57,76
0,22	71,07	70,30	65,39	64,36	57,76
0,32	67,54	70,30	65,39	64,36	57,76
0,43	64,25	70,30	65,39	64,36	57,76
0,54	61,19	70,30	65,39	64,36	57,76
0,65	58,33	70,30	65,39	64,36	57,76
0,76	55,65	70,30	65,39	64,36	57,76
0,86	53,14	70,30	65,39	64,36	57,76
0,97	50,79	70,30	65,39	64,36	57,76
1,08	48,58	70,30	65,39	64,36	57,76
1,19	46,58	70,30	65,39	64,36	57,76
1,30	44,70	70,30	65,39	64,36	57,76
1,40	42,91	70,30	65,39	64,36	57,76
1,51	41,23	70,30	65,39	64,36	57,76
1,62	39,64	70,30	65,39	64,36	57,76
1,73	38,13	70,30	65,39	64,36	57,76
1,84	36,69	70,30	65,39	64,36	57,76
1,94	35,33	70,30	65,39	64,36	57,76
2,05	34,04	70,30	65,39	64,36	57,76
2,16	32,81	70,30	65,39	64,36	57,76
2,27	31,64	70,30	65,39	64,36	57,76
2,38	30,52	70,30	65,39	64,36	57,76
2,48	29,46	70,30	65,39	64,36	57,76
2,59	28,44	70,30	65,39	64,36	44,91
2,70	27,49	70,30	65,39	64,36	44,91
2,81	26,58	70,30	65,39	64,36	44,70
2,92	25,71	66,57	65,39	64,36	44,70
3,02	24,88	63,15	65,39	64,36	44,69
3,13	24,08	59,97	65,39	64,36	44,69
3,24	23,31	57,01	65,39	64,36	44,69
3,35	22,57	54,23	65,39	64,36	44,69
3,46	21,87	51,64	65,39	64,36	44,69
3,56	21,19	49,18	65,39	64,36	44,69
3,67	20,54	46,88	65,39	64,36	44,68
3,78	19,91	44,70	65,39	64,36	44,68

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
3,89	19,30	42,67	65,39	64,36	44,68
4,00	18,72	40,66	65,39	64,36	44,68
4,10	18,16	38,77	65,39	64,36	44,68
4,21	17,62	36,98	65,39	64,36	44,68
4,32	17,10	35,29	65,39	64,36	44,67
4,43	16,59	33,69	61,88	64,36	44,67
4,54	16,10	32,18	58,67	64,36	44,67
4,64	15,61	30,74	55,67	52,09	44,67
4,75	15,15	29,38	52,87	48,58	44,67
4,86	14,80	28,08	50,22	45,48	44,67
4,97	14,46	26,85	35,70	42,48	44,66
5,08	14,13	25,74	33,34	39,68	44,66
5,18	13,80	24,68	31,12	37,05	44,66
5,29	13,48	23,66	29,04	34,60	44,66
5,40	13,17	22,69	27,08	32,50	44,58
5,51	12,71	21,73	25,38	32,56	44,58
5,62	12,28	20,81	25,81	32,49	44,58
5,72	11,86	19,92	26,07	32,54	44,58
5,83	11,46	19,89	36,58	32,49	44,58
5,94	11,08	19,87	39,21	32,54	44,58
6,05	10,71	19,89	40,33	32,46	44,57
6,16	10,35	19,85	42,62	32,55	44,57
6,26	10,01	19,89	33,70	32,50	44,57
6,37	9,67	19,82	33,15	32,55	44,57
6,48	9,35	18,18	31,36	32,51	44,57
6,59	9,03	20,43	29,03	32,54	44,57
6,70	8,72	22,82	27,48	32,50	44,56
6,80	8,42	22,55	25,53	32,55	41,33
6,91	8,14	22,59	26,19	32,49	38,47
7,02	7,86	22,26	26,25	32,53	35,69
7,13	7,59	22,40	36,49	32,49	33,10
7,24	7,33	22,08	38,89	32,52	30,67
7,34	7,08	22,16	40,05	32,48	28,39
7,45	6,84	21,91	42,18	32,46	28,23
7,56	6,60	21,95	33,65	32,45	28,27
7,67	6,37	21,79	33,14	32,53	28,22
7,78	6,14	21,75	31,40	32,51	28,45
7,88	5,95	21,58	29,19	32,54	28,39

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
7,99	5,75	20,82	27,69	32,50	28,27
8,10	5,84	19,94	25,80	32,53	28,22
8,21	5,93	19,94	26,45	32,50	28,27
8,32	5,99	19,94	26,49	32,52	28,22
8,43	6,05	19,93	36,36	32,49	28,27
8,53	6,08	19,94	38,63	32,49	28,22
8,64	6,12	19,95	39,72	32,52	28,28
8,75	6,14	19,92	41,78	32,62	28,21
8,86	6,17	18,29	33,53	32,61	28,27
8,97	6,17	20,51	33,11	32,60	28,20
9,07	6,18	22,71	31,38	32,60	28,23
9,18	6,20	22,47	29,29	32,60	28,19
9,29	6,20	22,50	27,84	34,29	28,23
9,40	6,21	22,22	26,03	34,25	28,20
9,51	6,20	22,33	26,67	32,52	28,24
9,61	6,21	26,24	26,73	32,54	28,22
9,72	6,20	23,35	36,25	32,51	28,26
9,83	6,20	23,48	38,39	32,51	28,24
9,94	6,19	23,43	39,44	32,53	28,26
10,05	6,18	24,04	41,42	32,51	28,24
10,15	6,16	24,37	33,45	32,48	28,25
10,26	6,09	22,23	33,08	32,54	28,24
10,37	6,03	23,16	31,42	32,51	28,26
10,48	5,97	22,15	29,40	32,55	28,23
10,59	5,91	21,66	28,01	32,53	28,27
10,69	5,85	21,36	26,29	32,51	28,23
10,80	5,79	21,02	26,90	32,54	28,26
10,91	5,74	20,00	26,95	32,53	28,24
11,02	5,69	20,20	36,13	32,50	28,25
11,13	5,64	21,10	38,17	32,50	28,25
11,23	5,58	19,31	39,16	32,50	28,23
11,34	5,53	21,26	41,06	32,50	28,26
11,45	5,47	22,66	33,32	32,48	28,22
11,56	5,42	22,50	33,00	32,46	28,27
11,67	5,36	22,43	31,40	32,47	28,21
11,77	5,31	18,68	29,46	32,50	31,05
11,88	5,25	22,30	28,13	32,53	33,49
11,99	5,19	24,53	26,48	32,51	33,19

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
12,10	5,13	24,73	27,08	32,51	32,95
12,21	5,08	21,75	27,15	32,52	32,71
12,31	5,02	21,94	36,05	32,48	32,43
12,42	4,97	23,39	37,97	32,51	30,50
12,53	4,92	23,31	38,90	32,49	28,43
12,64	4,88	22,04	40,74	32,46	28,38
12,75	4,83	21,63	33,22	32,52	28,34
12,85	4,84	22,17	32,94	32,60	28,36
12,96	4,84	22,10	31,42	32,61	28,50
13,07	4,84	22,15	29,54	32,56	39,38
13,18	4,84	24,43	28,26	32,60	33,82
13,29	4,82	20,72	26,67	32,56	33,88
13,39	4,81	20,86	27,26	34,10	33,82
13,50	4,79	21,43	27,33	34,04	33,89
13,61	4,77	20,37	35,99	32,49	33,82
13,72	4,76	22,11	37,81	32,53	33,91
13,83	4,73	23,38	38,69	32,50	33,87
13,93	4,71	23,08	40,44	32,50	33,93
14,04	4,69	22,70	33,10	32,52	33,86
14,15	4,68	20,94	32,85	32,50	33,87
14,26	4,65	21,46	31,40	32,51	33,79
14,37	4,63	25,23	29,58	32,55	33,79
14,47	4,60	25,21	28,35	32,51	33,72
14,58	4,58	24,87	26,83	32,54	33,76
14,69	4,55	23,74	27,42	32,50	33,70
14,80	4,52	25,13	27,50	32,50	33,78
14,91	4,50	26,30	35,94	42,91	33,77
15,01	4,48	25,27	37,66	37,73	33,80
15,12	5,09	25,18	38,48	27,45	33,73
15,23	4,60	25,69	40,19	32,55	33,80
15,34	4,62	23,02	33,05	32,55	33,70
15,45	4,61	25,13	32,82	32,55	33,68
15,55	4,62	26,22	31,41	32,54	33,63
15,66	4,66	24,21	29,66	32,53	32,65
15,77	4,57	24,07	28,47	32,54	32,65
15,88	4,68	24,16	27,00	32,56	32,50
15,99	4,67	23,18	27,60	32,55	32,49
16,09	4,63	24,18	27,66	32,54	32,49

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
16,20	4,78	24,84	35,87	32,52	32,52
16,31	4,66	24,17	37,53	32,50	32,49
16,42	4,42	23,89	38,31	32,47	32,54
16,53	4,44	23,12	39,96	32,49	32,49
16,63	4,46	23,07	32,96	32,51	32,52
16,74	4,50	24,83	32,77	32,52	32,49
16,85	4,45	24,92	31,39	32,54	32,48
16,96	4,48	24,47	29,68	32,59	34,94
17,07	4,48	23,79	28,54	32,58	37,13
17,17	4,55	23,93	27,12	32,58	32,75
17,28	4,64	24,20	27,73	32,62	36,60
17,39	4,64	24,15	27,80	32,56	37,82
17,50	4,46	23,87	35,83	32,99	39,08
17,61	4,58	23,90	37,41	32,97	38,69
17,71	4,67	22,56	38,15	32,37	38,24
17,82	4,72	23,62	39,74	32,40	38,25
17,93	4,73	22,84	32,88	32,53	38,23
18,04	21,15	22,96	32,72	32,54	28,44
18,15	19,96	22,28	31,37	32,53	33,42
18,25	22,33	22,33	29,71	32,54	36,18
18,36	23,15	21,73	28,61	32,53	34,64
18,47	23,18	22,39	27,24	32,56	34,64
18,58	22,99	22,91	27,84	32,53	34,66
18,69	24,09	22,45	27,91	32,54	34,68
18,79	24,29	22,36	35,78	32,53	34,67
18,90	25,77	21,96	37,29	32,51	34,68
19,01	26,40	21,69	38,00	38,03	34,70
19,12	17,59	22,75	39,54	37,15	34,71
19,23	18,48	23,48	32,80	33,14	34,69
19,33	18,03	23,14	32,67	35,40	34,66
19,44	18,42	22,90	31,37	35,33	34,64
19,55	20,11	22,86	29,76	35,25	34,60
19,66	20,77	23,17	28,70	34,00	34,61
19,77	21,37	23,37	27,37	32,67	34,28
19,87	24,82	23,65	27,98	32,62	34,30
19,98	23,05	23,33	28,06	32,61	34,43
20,09	24,98	24,09	35,78	25,90	34,49
20,20	27,84	23,83	37,22	29,17	34,52

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
20,31	28,12	24,54	37,88	35,81	34,55
20,41	29,09	24,54	39,36	32,56	34,62
20,52	29,11	24,32	32,73	32,56	34,59
20,63	29,22	24,31	32,62	32,57	35,51
20,74	29,90	23,90	31,35	32,57	35,45
20,85	30,54	30,28	29,77	32,55	35,35
20,95	30,55	30,31	28,73	32,57	35,32
21,06	31,42	31,04	27,44	32,60	35,33
21,17	30,07	31,39	28,05	32,60	35,28
21,28	30,78	31,27	28,15	32,59	31,71
21,39	31,41	30,68	35,73	32,57	32,23
21,49	31,83	31,93	37,11	32,56	31,36
21,60	32,20	32,28	37,75	32,68	30,54
21,71	32,72	32,88	39,19	32,67	29,77
21,82	32,24	32,92	32,66	32,52	29,11
21,93	33,76	30,97	32,58	32,53	29,06
22,03	34,42	31,12	31,33	32,59	29,08
22,14	34,83	31,64	29,79	32,64	35,03
22,25	34,99	32,11	28,78	32,63	33,38
22,36	35,68	32,51	27,52	32,63	36,45
22,47	35,94	32,80	28,14	32,65	35,12
22,57	36,93	33,11	28,26	32,61	35,42
22,68	37,35	34,39	35,72	33,21	35,70
22,79	31,76	34,26	37,05	33,19	35,61
22,90	33,02	34,95	37,66	32,61	35,50
23,01	32,58	29,96	39,07	32,64	35,52
23,11	33,36	30,26	32,63	34,15	35,53
23,22	33,89	31,72	32,56	33,85	32,99
23,33	34,32	31,66	31,34	32,76	34,39
23,44	32,50	31,97	29,84	33,51	35,01
23,55	32,57	32,37	28,86	33,56	34,62
23,65	32,72	32,06	27,63	33,65	34,58
23,76	33,04	32,01	28,25	33,18	34,58
23,87	36,17	32,59	28,36	32,63	34,49
23,98	36,26	32,31	35,71	32,60	34,49
24,09	36,54	34,82	37,00	32,59	34,53
24,19	36,01	34,86	37,59	34,54	34,56
24,30	36,55	34,56	38,96	34,16	34,55

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
24.41	36,84	34,56	32,61	32,65	34,55
24,52	38,11	34,86	32,56	33,40	34,57
24,63	37,67	34,72	31,36	33,31	34,53
24,74	38,45	35,25	29,89	33,23	34,77
24,84	38,08	34,66	28,93	32,92	34,75
24,95	37,90	35,18	27,73	32,61	34,17
25,06	38,27	35,01	28,35	32,61	34,18
25,17	38,45	34,68	28,48	32,62	34,16
25,28	38,76	34,92	35,72	30,80	34,17
25,38	39,25	33,66	36,97	31,80	33,11
25,49	39,60	33,88	37,53	33,58	33,32
25,60	39,80	32,65	38,86	32,57	33,02
25,71	40,25	32,87	32,59	32,59	32,73
25,82	33,73	32,75	32,54	32,60	32,59
25,92	34,43	33,17	31,37	32,57	32,25
26,03	34,12	32,61	29,92	32,57	32,15
26,14	34,00	33,07	28,99	32,60	32,17
26,25	34,24	32,62	27,81	32,64	35,47
26,36	34,42	32,43	28,44	32,64	34,96
26,46	33,63	33,07	28,57	32,63	33,56
26,57	33,83	33,14	35,72	32,66	34,73
26,68	33,40	33,51	36,93	32,62	34,93
26,79	33,35	33,71	37,46	32,95	35,12
26,90	37,11	33,48	38,76	32,94	34,76
27,00	36,88	33,15	32,56	32,55	34,41
27,11	37,04	33,52	32,53	32,56	34,39
27,22	36,97	33,43	31,38	33,01	34,41
27,33	36,64	33,62	29,95	32,95	32,12
27,44	36,58	33,38	29,04	32,66	33,84
27,54	37,77	33,53	27,89	32,87	35,79
27,65	36,71	33,36	28,52	32,89	34,78
27,76	37,54	34,64	28,66	32,92	34,87
27,87	36,96	34,43	35,72	32,91	34,94
27,98	35,70	34,34	36,89	32,76	34,91
28,08	35,75	34,23	37,40	32,60	34,88
28,19	34,38	34,28	38,67	32,60	34,91
28,30	34,46	34,39	32,54	35,46	34,93
28,41	34,59	34,78	32,52	34,98	34,34

**TABELA 3.6 - CARGA x TEMPO DURANTE O TRANSIENTE
HIDRÁULICO NA ADUTORA DE CASCAVEL**

	TRECHO 1	TRECHO 5	TRECHO 6	TRECHO 7	TRECHO 8
28,52	34,34	35,01	31,40	32,85	34,66
28,62	33,67	32,84	30,00	33,96	34,77
28,73	33,98	32,91	29,11	33,86	34,67
28,84	33,10	32,14	27,98	33,76	34,70
28,95	33,75	32,15	28,61	33,20	34,69
29,06	33,67	32,22	28,76	32,66	34,40
29,16	33,47	32,51	35,75	32,64	34,41
29,27	34,07	32,00	36,89	32,64	34,45
29,38	34,05	31,95	37,38	30,51	34,49
29,49	33,31	31,59	38,62	32,02	34,21
29,60	33,68	31,72	32,54	34,23	34,28
29,70	33,28	32,44	32,52	32,81	34,24
29,81	33,04	32,46	31,41	32,78	34,13
29,92	33,25	32,60	30,03	32,76	34,49
30,03	32,88	32,42	29,16	32,68	34,35
30,14	32,61	32,62	28,05	32,61	34,14
30,24	32,43	32,48	28,68	32,62	34,13
30,35	31,84	32,68	28,83	32,65	35,14
30,46	31,68	32,24	35,74	32,20	34,95
30,57	34,35	32,46	36,85	32,45	32,99
30,68	33,76	32,17	37,32	32,88	33,65
30,78	34,07	33,94	38,54	32,61	33,42
30,89	33,78	33,81	32,51	32,74	33,23
31,00	33,58	32,96	32,50	32,73	32,82
31,11	33,53	33,02	31,41	32,59	32,37

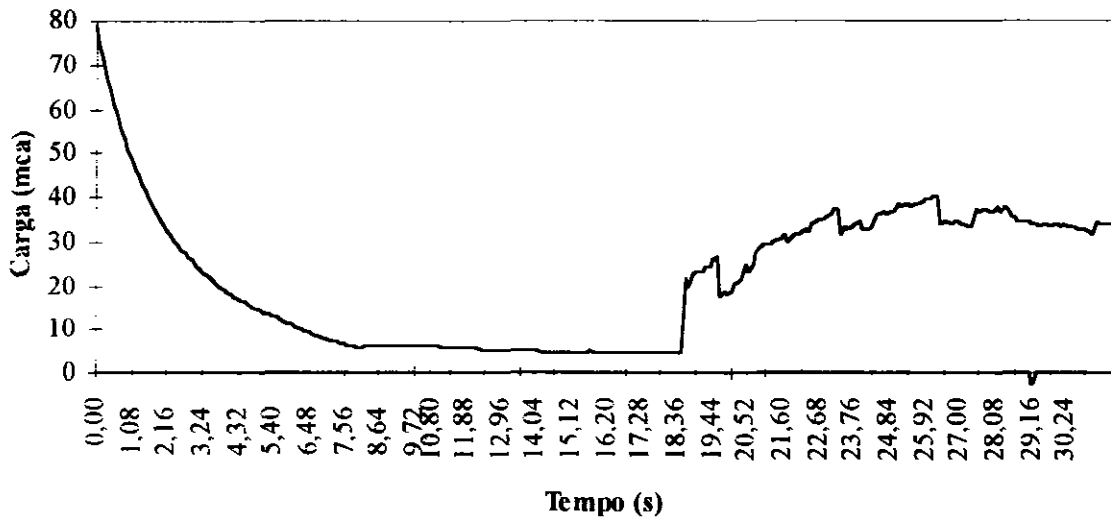
TABELA 3.7 - HISTÓRICO DAS PRESSÕES MÁX. E MÍNIMAS EM TODAS AS SEÇÕES

TRECHO	SEÇÃO	H _{MÁX}	TEMPO (s)	H _{MIN}	TEMPO(s)	
1,00						
	1,00	79,04	0,00	4,42	16,42	
	2,00	78,67	0,00	1,69	15,23	
	3,00	78,30	0,00	2,08	15,34	
	4,00	77,93	0,00	2,02	15,45	
	5,00	77,56	0,32	3,30	15,55	
	6,00	77,19	0,22	4,33	15,66	
2,00						
	1,00	77,19	0,22	4,33	15,66	
	2,00	76,85	0,65	4,32	15,77	
	3,00	76,51	0,76	5,38	16,31	
	4,00	76,17	0,86	6,06	15,99	
	5,00	75,83	0,65	5,96	16,09	
	6,00	75,49	0,76	7,58	16,20	
	7,00	75,15	0,32	8,04	16,31	
3,00						
	8,00	74,81	0,97	8,77	6,70	
	1,00	74,81	0,97	8,77	6,70	
	2,00	74,48	1,08	9,61	6,59	
	3,00	74,15	1,19	10,02	16,63	
	4,00	73,82	1,30	11,53	6,37	
	5,00	73,49	1,62	12,04	16,85	
	6,00	73,16	1,51	12,26	16,96	
	7,00	72,83	1,84	13,62	17,07	
	8,00	72,50	1,73	14,40	17,17	
	9,00	72,17	1,62	14,82	17,28	
	10,00	71,84	1,73	16,17	17,39	
4,00						
	11,00	71,51	1,84	18,42	7,13	
	1,00	71,51	1,84	18,42	7,13	
	2,00	71,22	1,94	17,13	9,94	
	3,00	70,94	2,05	18,29	10,05	
	4,00	70,65	1,73	19,98	11,88	
	5,00					
		1,00	70,65	1,73	19,98	11,88
		2,00	70,30	2,27	18,18	6,48
		3,00	69,94	2,38	18,02	6,37
		4,00	69,59	1,62	17,85	6,26

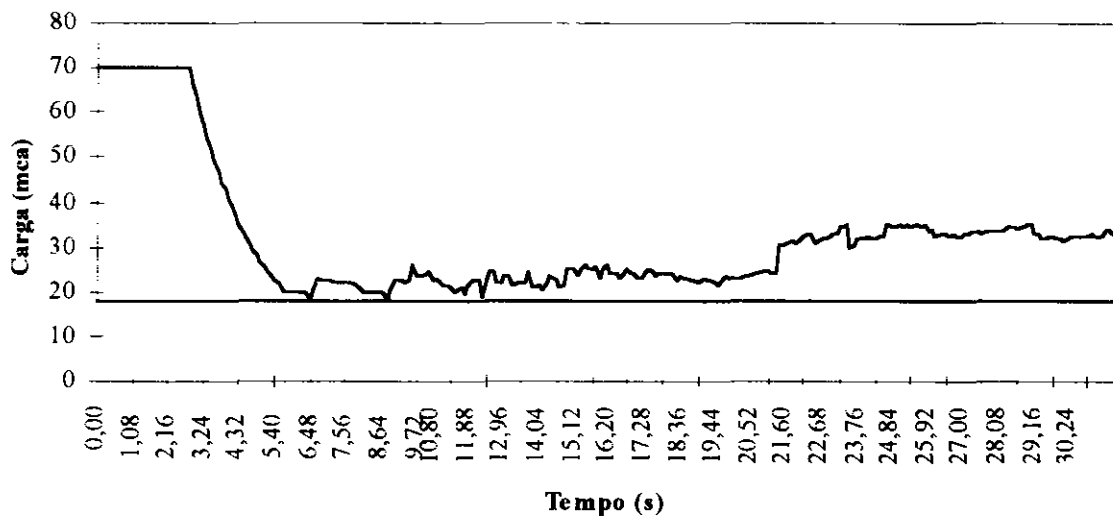
TABELA 3.7 - HISTÓRICO DAS PRESSÕES MÁX. E MÍNIMAS EM TODAS AS SEÇÕES					
TRECHO	SEÇÃO	H _{MAX}	TEMPO (s)	H _{MIN}	TEMPO(s)
	5,00	69,23	1,73	17,70	6,16
	6,00	68,88	1,84	18,46	6,05
	7,00	68,52	1,40	20,18	5,94
	8,00	68,17	1,51	22,02	5,83
	9,00	67,82	1,62	22,75	11,02
	10,00	67,46	1,51	26,11	10,91
	11,00	67,11	1,84	27,31	10,80
	12,00	66,75	1,73	31,52	21,82
6,00					
	1,00	66,75	1,73	31,52	21,82
	2,00	66,41	1,84	22,62	5,40
	3,00	66,07	2,16	22,28	5,51
	4,00	65,73	2,05	22,17	5,62
	5,00	65,39	2,38	25,38	5,51
	6,00	65,05	4,21	28,92	5,40
	7,00	64,71	4,32	32,78	18,90
7,00					
	1,00	64,71	4,32	32,78	18,90
	2,00	64,36	4,43	25,90	20,09
	3,00	64,01	2,81	25,66	19,98
	4,00	63,66	2,92	26,80	19,87
	5,00	63,31	3,02	26,59	15,45
	6,00	62,97	3,56	26,32	15,55
	7,00	62,62	3,46	26,03	15,66
	8,00	62,27	3,35	25,71	15,77
	9,00	61,92	3,46	25,40	15,88
	10,00	61,58	3,56	25,12	15,99
	11,00	61,23	3,24	24,89	16,09
	12,00	60,88	2,92	24,70	16,20
	13,00	60,53	3,02	24,90	16,31
	14,00	60,19	3,13	24,49	16,42
	15,00	59,84	2,59	24,21	16,53
	16,00	59,49	2,70	23,93	16,63
	17,00	59,14	2,81	23,64	16,74
	18,00	58,79	2,48	23,37	16,85
	19,00	58,45	2,59	23,11	16,96
	20,00	58,10	2,05	28,54	11,56
8,00					
	1,00	58,10	2,05	28,54	11,56

TABELA 3.7 - HISTÓRICO DAS PRESSÕES MÁX. E MÍNIMAS EM TODAS AS SEÇÕES

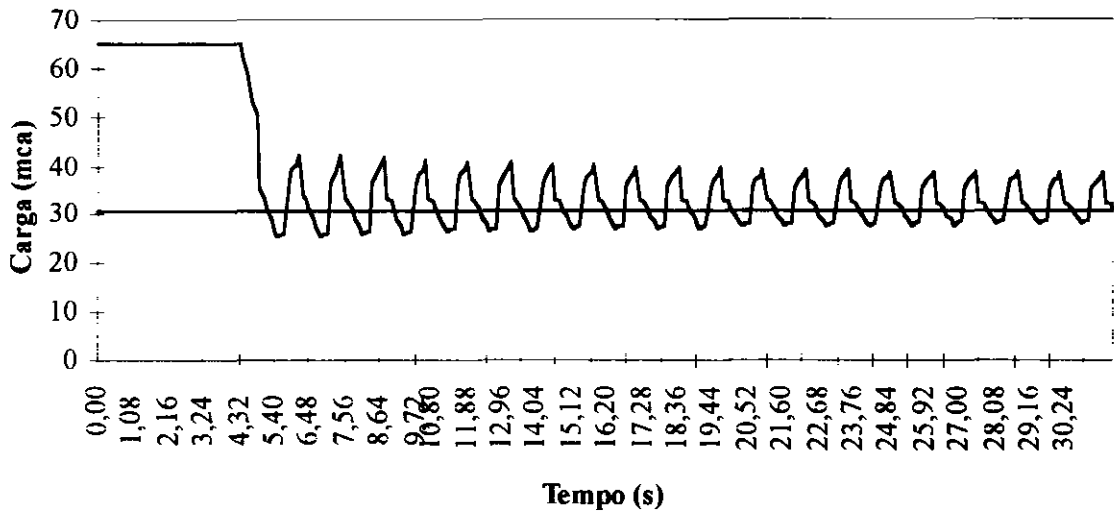
TRECHO	SEÇÃO	H _{MÁX}	TEMPO (s)	H _{MÍN}	TEMPO(s)
	2,00	57,76	1,62	28,19	9,18
	3,00	57,43	2,27	27,83	9,29
	4,00	57,09	1,84	27,49	9,18
	5,00	56,75	1,94	27,15	9,29
	6,00	56,42	2,05	26,82	9,18
	7,00	56,08	1,30	26,49	9,29
	8,00	55,75	1,40	26,16	9,40
	9,00	55,41	1,51	25,84	9,51
	10,00	55,07	1,62	25,51	9,61
	11,00	54,74	0,32	25,19	9,72
	12,00	54,40	0,43	24,86	9,83
9,00					
	1,00	54,40	0,43	24,86	9,83
	2,00	54,06	0,54	24,53	9,94
	3,00	53,72	0,65	24,20	10,05
	4,00	53,38	0,76	23,87	10,15
	5,00	53,04	0,86	23,54	9,83
	6,00	52,70	0,86	23,21	9,94
	7,00	52,36	0,65	22,89	9,83
	8,00	52,02	0,11	22,61	9,83
	9,00	51,68	0,22	22,40	9,61
	10,00	51,34	0,32	22,08	9,51
	11,00	51,00	0,22	21,90	9,51
	12,00	50,66	0,00	26,02	9,40
	13,00	50,31	0,00	29,95	19,55
	14,00	49,97	0,00	36,02	0,11



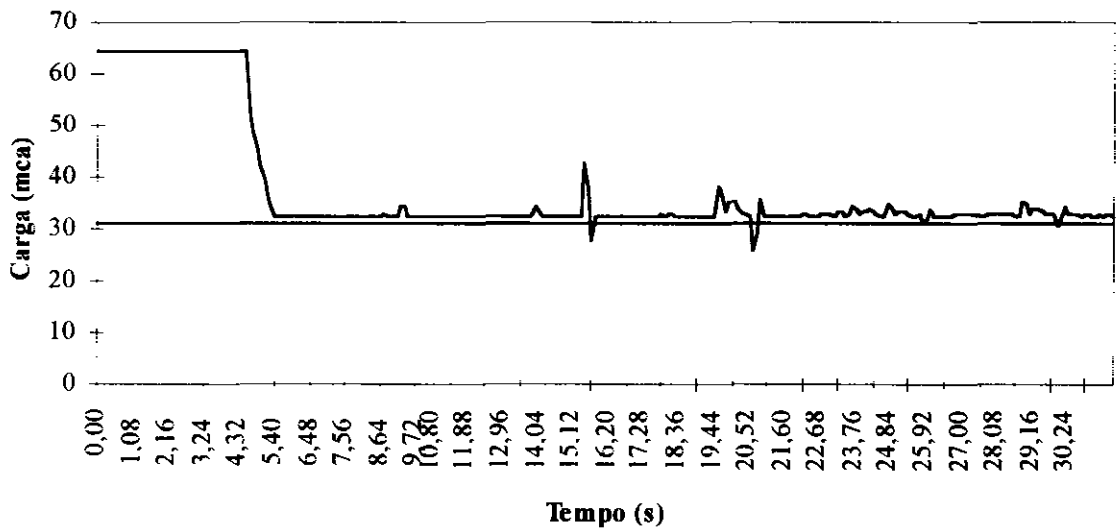
**Figura 3.5 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENT
(TRECHO 1 - SEÇÃO 1)
Cota da seção = 0,0**



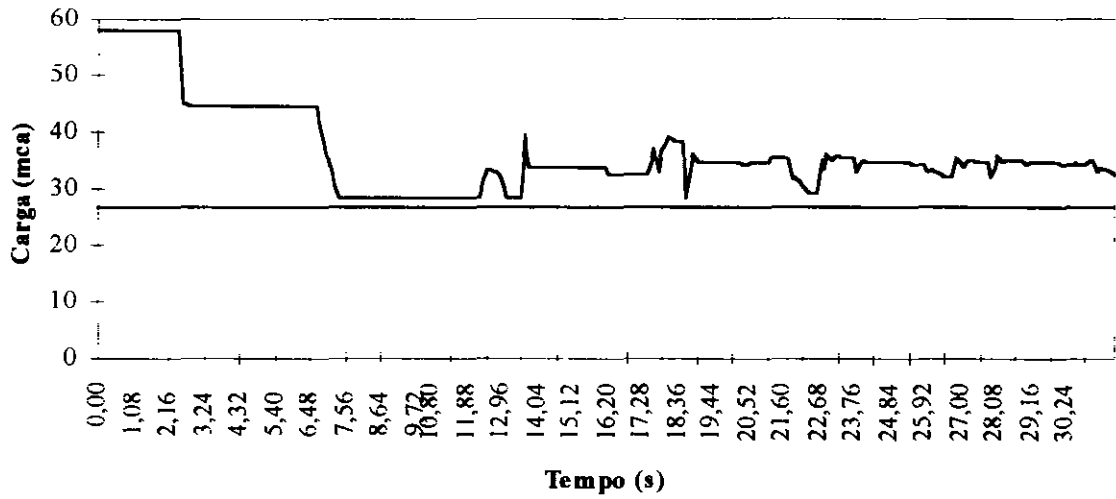
**Figura 3.6 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TRECHO 5 - SEÇÃO 2)
Cota da seção = 17,60**



**Figura 3.7 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENT
(TRECHO 6 - SEÇÃO 5)
Cota da seção = 30,94**



**Figura 3.8 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TRECHO 6 - SEÇÃO 5)
Cota da seção = 30,97**



**Figura 3.9 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TRECHO 8 - SEÇÃO 2)
Cota da seção = 26,80**

4 - PROJETO ELÉTRICO

4.1 - INTRODUÇÃO

Esta memoria de cálculo visa dimensionar as subestações e equipamentos elétricos destinados às estações de captação (1ª elevatória) e de tratamento d'água (ETA) do Projeto da Adutora de Cascavel

As subestações transformadoras, classe 15 kV, serão do tipo aérea e ao tempo, instaladas em poste de concreto armado, padrão COELCE. Estas subestações estarão ligados ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV através das linhas de distribuição rural e que fornecerão aos motores das bombas tensão 380 V trifásica. Para tanto será previsto uma linha de distribuição primária para a estação da captação EE-1, com uma extensão de 0,5 km.

Os motores elétricos serão do tipo totalmente fechados (NBR 7094, 5432) e terão grau de proteção mínimo IP-54 (NBR 6146). Suas carcaças serão devidamente aterradas com cabo de cobre nú e hastes de terra cobreadas.

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto-compensada instaladas nas salas de comando ou casa de bombas das estações de captação (motor 75 CV) e de tratamento (motor 30 CV).

As chaves de comando também protegerão os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase, além do controle de nível de água, que desligará os motores, no caso do nível mínimo ser atingido.

As chaves de comando e proteção dos motores serão instaladas em quadros de chapa metálica de aço de espessura mínima 2,0 mm (14 USG), estrutura auto portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção destes quadros, respeitando-se os que prescrevem as Normas ABNT = NBR 5414, NBR 6808, NBR 6146.

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

4.2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES - DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

4.2.1 - Captação / 1ª Elevatória (EE-1)

- Carga Instalada

A carga instalada prevista será de (03) três motores elétricos trifásicos, sendo (02) dois motores efetivos e (01) um reserva. O motor reserva em nenhuma hipótese deverá operar simultaneamente com os (02) dois motores efetivos em operação.

- Características do Motor 75 CV

potência nominal	75,0 CV
tensão nominal	380 V
corrente nominal	104 A
frequência	60 Hz
fator de potência	0,88
rendimento	0,90

- Potência da Subestação

$$P_{SE} = \frac{2 \times 75 \times 0,736}{0,88 \times 0,9} = 139,4 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 150 kVA - 13 800/380/220 V (Padrão COELCE)

- Condutores Secundários

$$I_S = \frac{150}{\sqrt{3} \times 0,38} = 228 \text{ A}$$

$$S_{\text{fase}} = 3 \times 120 \text{ mm}^2 \text{ (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)}$$

$$S_{\text{neutro}} = 1 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ (1 condutor neutro - 750 V - PVC)}$$

- Proteção Primária

$$I_P = \frac{150}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 9,4 \text{ A}$$

Será utilizado chave fusível - 15 kV - 5 kA - 100 A com elo fusível de 10 A (10 K)

- Proteção Secundária

$$I_S = \frac{150}{\sqrt{3} \times 380} = 228 \text{ A}$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V - 22 kA - 400 A

4.2.2 - Estação de Tratamento de Água - ETA

-Carga Instalada

A carga instalada prevista sera de (03) três motores elétricos trifasicos, sendo (02) dois efetivos e (01) um reserva O motor reserva poderá operar simultaneamente com os outros efetivos, em casos emergenciais

- Características do Motor 30 CV

potência nominal	30.0 CV
tensão nominal	380 V
corrente nominal	45 A
frequência	60 Hz
fator de potência	0,89
rendimento	0,9

- Potência da Subestação

$$P_{SE} = \frac{2 \times 30 \times 0,736}{0,89 \times 0,9} = 55,1 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 75 kVA - 13 800/380/220 V (Padrão COELCE)

- Condutores Secundários

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

$S_{fase} = 3 \times 50 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)

$S_{neutro} = 1 \times 25 \text{ mm}^2$ (1 condutor neutro - 750 V - PVC)

- Proteção Primária

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

Será utilizado chave fusível - 15 kV - 5 kA - 100 A com elo fusível de 5 A (5 K)

- *Proteção Secundária*

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

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V - 10 kA - 150 A

4.3 - MOTORES ELÉTRICOS

Dimensionamento condutores, proteção e acionamento

- *Motor 75 CV*

corrente nominal 104 A

condutores S_{fase} 3 x 35 mm² (1 condutor p/fase - 750 V PVC)

$S_{\text{proteção}}$ 1 x 16 mm² (1 condutor cobre nú)

proteção fusível tipo NH - 125 A - 500 V

relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 90 a 120 A, ajuste 104 A

partida chave automática compensada taps 65/80%

- *Motor 30 CV*

corrente nominal 45 A

condutores S_{fase} 3 x 16 mm² (1 condutor p/fase - 750 V PVC)

$S_{\text{proteção}}$ 1 x 16 mm² (1 condutor cobre nú)

proteção fusível tipo NH - 63 A - 500 V

relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 32 a 50 A, ajuste 45 A

partida chave automática compensada taps 65/80%

5 - PROJETO ESTRUTURAL

Trata-se de estruturas de concreto armado destinadas a reservatórios assentes, semi-enterrados e elevados. As paredes dos reservatórios são projetadas para suportar os esforços provocados pela ação da água e terra. A fim de diminuir as espessuras das lajes de fundo dos reservatórios assentes e semi-enterrados, as paredes terão fundação independente.

5.1 - HIPÓTESE DE CARREGAMENTO

As hipóteses de carregamento (vertical e empuxo), bem como o cálculo das cargas estão de acordo com as normas brasileiras.

5.2 - CÁLCULO DOS ESFORÇOS

5.2.1 - Cálculo das Lajes

Todas as lajes foram calculadas pelo processo aproximado de MARCUS (Teoria das GRELHAS), utilizando-se para o cálculo, processamento eletrônico.

5.2.2 - Cálculo das Vigas e Paredes

Utilizou-se para o cálculo das vigas e paredes, o processamento eletrônico.

Não foram considerados redistribuição de momentos.

5.2.3 - Cálculo das Cintas

Ao longo dos pilares dos reservatórios elevados existe um cintamento com a finalidade de diminuir os comprimentos de flambagem dos pilares e para solidarizar as fundações.

5.2.4 - Cálculo dos Pilares

Os pilares recebem cargas verticais das vigas e cintas.

5.2.5 - Cálculo das Fundações

Foram adotadas fundações diretas em sapatas ou blocos, em função do tipo de solo (Relatório de Sondagem Geotécnica).

5.3 - DIMENSIONAMENTO

5.3.1 - Lajes

As lajes foram dimensionadas segundo os critérios das normas brasileiras com alturas tais que sempre sejam sub-armadas e que as flechas tenham valores compatíveis com as exigências da norma

5.3.2 - Vigas, Paredes e Cintas

As vigas e paredes foram dimensionadas segundo os critérios das normas brasileiras, com seções retangulares

5.3.3 - Pilares

Os pilares foram dimensionados segundo critérios do item 4.1.1.3-E na NB-1/78

5.3.4 - Fundações

As sapatas de fundação foram dimensionadas pelo método da flexão, levando-se em conta, na determinação da altura de cada uma um efeito de punção



AÇUDE PACAJÚS
VISTA GERAL DO SANGRA DOURO



AÇUDE PACAJÚS
SANGRIA PELA 1ª VEZ EM 08/06/94

000059