



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0001/06/01

**LOTE:**

0022

**AUTOR:**

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH; SIRAC; PROURB

**TÍTULO:**

PROJETO UBALDINHO

**SUBTÍTULO:**

TOMO 6 PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA VOLUME 1 RELATÓRIO GERAL E MEMÓRIAS DE CÁLCULO

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto  
 Identidade GED: 0001/06/01  
 Lote: 00022  
 N° de Registro: 96/1101  
 Autores: SIRAC/SRH/PROURB-ce  
 Programa: PROURB-ce  
 Título: Projeto Ubalduino  
 Sub-Título 1: Projeto executivo da adutora  
 Sub-Título 2: Relatório geral e memórias de cálculo  
 N° de Páginas: 48  
 Volume: I  
 Tomo: VI  
 Editor: SRH  
 Data de Publicação (mês/ano): 1993  
 Local de Publicação: Fontaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input checked="" type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado:		Fonte Hídrica:		
		<u>Rio Jaguaribe</u>		

Bacia: Jaguaribe  
 Sub-bacia: Salgado  
 Municípios: Cedro  
 Distrito: Ubalduino  
 Microregião: Sertão do Salgado  
 Estado: Ceará



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO**  
**PRO-URB / CE**

**PROJETO UBALDINHO**

**TOMO 6: PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA**  
**VOLUME 1: RELATÓRIO GERAL E**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO**



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**CIRO FERREIRA GOMES**

**GOVERNADOR**

**SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE**

**MARFISA MARIA DE AGUIAR FERREIRA**

**SECRETÁRIA**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

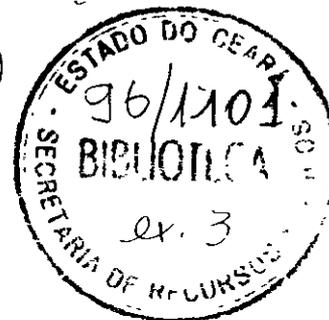
**JOSÉ MOREIRA DE ANDRADE**

**SECRETÁRIO**

**BANCO DO ESTADO DO CEARÁ**

**PEDRO BRITO DO NASCIMENTO**

**PRESIDENTE**



**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DO CEARÁ**

**PRO-URB/CE**

**MARCONI MARTINS MORONI DA SILVEIRA**

**GERENTE GERAL**

000003

S U M Á R I O

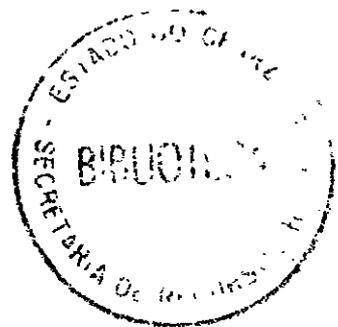
0237-10/93

000004

## S U M Á R I O

	PÁGINAS
<b>- APRESENTAÇÃO</b> .....	04
<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	06
1.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO .....	07
1.2 - ANTECEDENTES .....	07
<b>2 - SISTEMA PROPOSTO</b> .....	10
<b>3 - ESTUDOS BÁSICOS</b> .....	14
3.1 - POPULAÇÃO E DEMANDA .....	15
3.2 - MANANCIAL .....	16
<b>4 - DESCRIÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PROJETADO</b> .....	17
4.1 - CAPTAÇÃO .....	18
4.2 - ADUÇÃO .....	19
4.3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - (ETA) .....	19
4.3.1 - Clarificadores (Filtros) .....	19
4.3.2 - Câmara distribuidora .....	23
4.3.3 - Clorador a gás .....	23
4.3.4 - Kits dosadores de produtos químicos .....	23
4.3.5 - Estação Elevatória - EE-2 .....	24
4.4 - RESERVAÇÃO .....	25

	<b>PÁGINAS</b>
<b>5 - MEMÓRIA DE CÁLCULO</b> .....	26
5.1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RECALQUE .....	27
5.1.1 - Cálculos hidráulicos .....	27
5.1.2 - Cálculo da curva do sistema .....	32
5.1.3 - Estudo do golpe de aríete .....	37
<b>6 - PROJETO ELÉTRICO</b> .....	39
6.1 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO .....	40
6.2 - LOCALIZAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....	40
6.3 - ALIMENTAÇÃO .....	40
6.4 - CARGA PREVISTA .....	41
6.5 - COMANDO E PROTEÇÃO .....	41
6.6 - PROTEÇÃO .....	41
6.6.1 - Lado Primário .....	41
6.6.2 - Lado Secundário .....	41
6.6.3 - Transformadores .....	41
6.6.4 - Motobombas .....	42
6.7 - MEDIÇÃO .....	42
6.8 - ATERRAMENTO .....	42
6.9 - DIMENSIONAMENTO DOS TRANSFORMADORES .....	42
6.9.1 - Transformador para alimentar a captação e a ETA .....	42
6.9.2 - Transformador que alimenta a EE-2 .....	43
6.10 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	43



**APRESENTAÇÃO**

## APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o Tomo 6 - Projeto Executivo da Adutora, Volume 1 - Relatório Geral e Memória de Cálculo, parte integrante do Projeto Ubaldinho, no âmbito do componente Infra-estrutura de Recursos Hídricos do Projeto de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará - PROURB/CE.

A organização geral dos estudos deste projeto abrange, além deste volume, diversos relatórios específicos, assim discriminados:

TOMO 1 : SÍNTESE DO PROJETO

TOMO 2 : PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM

TOMO 3 : RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE (RIMA)

TOMO 4 : PLANO DE APROVEITAMENTO DO RESERVATÓRIO

TOMO 5 : PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO

TOMO 6 : PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA, compreendido por este relatório

TOMO 7 : AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Os preços apresentados em todos os estudos dizem respeito ao mês de setembro de 1993, cuja cotação média do dólar comercial americano era o correspondente a CR\$ 110,50.

1 - INTRODUÇÃO

0237-10/93

000009

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

O município de Cedro está localizado na região sul cearense, na microrregião do Sertão do Salgado, limitando-se com os municípios de Icó, Iguatu, Cariús, Várzea Alegre, Lavras da Mangabeira e Umarí.

A cidade de Cedro, sede do município, situa-se na latitude  $6^{\circ}36'25''S$  e na longitude  $39^{\circ}03'47''W$ , a cerca de 320 Km em linha reta de Fortaleza, na direção sul. Tem altitudes máximas e mínimas da ordem de 290 e 240 m, respectivamente.

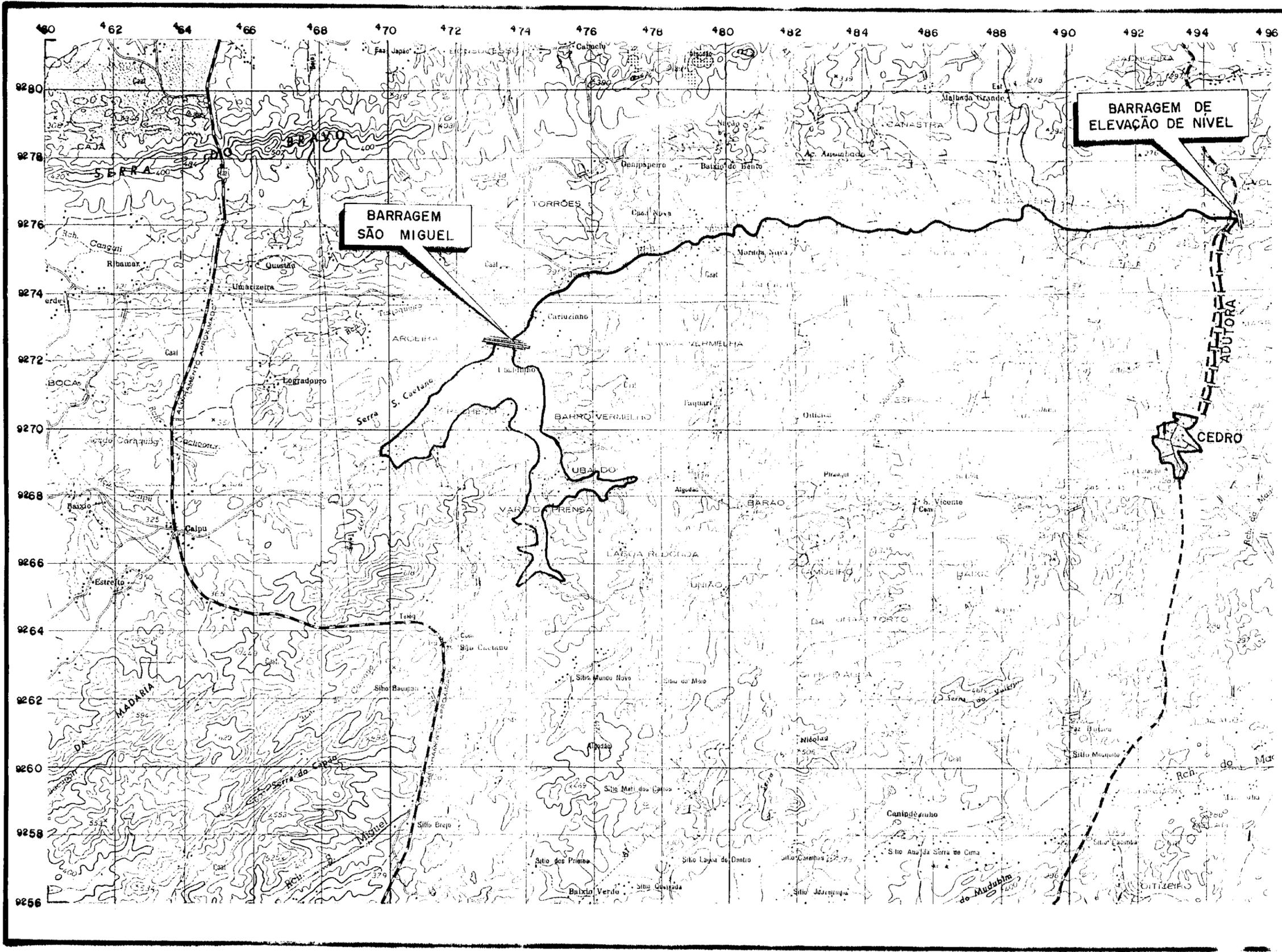
A seguir apresenta-se na Figura 1.1 o mapa de localização e acesso à área do projeto.

### 1.2 - ANTECEDENTES

A cidade de Cedro utiliza, em condições precárias, águas de má qualidade, fornecidas por poços tubulares, complementadas por pequenos açudes periféricos, sendo a distribuição feita através de caminhões pipa. Há mais de dez anos tem-se desenvolvido estudos na região para apontar soluções de manancial hídrico para atendimento à cidade, destacando-se os desenvolvidos pela CAGECE.

Os estudos desenvolvidos com o objetivo de implantar um sistema que alcançasse condições técnicas e econômicas satisfatórias, iniciaram-se no ano de 1978, quando os trabalhos foto-geológicos desenvolvidos na região indicaram duas áreas potenciais para prospecção hidrográfica. Infelizmente, as diversas sondagens realizadas nestes locais evidenciaram que os aquíferos eram de baixa capacidade de armazenamento.

Dando continuidade à pesquisa de mananciais, em 1980 foram executados novos estudos foto-geológicos visando selecionar possíveis eixos barráveis.



SITUAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO NO ESTADO E NO NORDESTE



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

**PROJETO UBALDINHO**  
**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA**  
**PLANTA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO 000011**

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO			
PRO-URB/CE	ESCALA: 1:100.000	DATA: SET./93	CONTRATO:
			FIGURA:

Concluiu-se desses estudos que não haviam condições topográficas para implantação de barragens, nas proximidades.

Outros estudos menores sobre barramentos e prospecção de aquíferos promissores não chegaram a bom termo. A partir desses resultados a Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE, realizou estudos para que o sistema de abastecimento d'água da cidade tivesse como fonte o açude Lima Campos.

Em 1989 a CAGECE desenvolveu estudos preliminares que apontaram soluções para captação, adução de água bruta, tratamento, estação elevatória de água tratada, adutora de água tratada, reservação e rede de distribuição.

Em janeiro de 1991, a Secretaria de Recursos Hídricos desenvolveu o Projeto Básico das Adutoras de Emergência visando a implantação de adutoras no Estado sendo a cidade de Cedro uma das contempladas.

Por último, em 1993, com a previsão da construção da barragem São Miguel, no âmbito do Projeto PRO-URB/CE que vem sendo desenvolvido pelo Governo do Estado do Ceará, surgiu uma alternativa mais econômica, para o abastecimento da cidade, a partir desta barragem.

O objetivo principal da implantação dessa adutora será resolver integralmente o problema de abastecimento d'água da cidade de Cedro, fornecendo água de boa qualidade, capaz de satisfazer as necessidades mínimas da população.

0237-10/93

2 - SISTEMA PROPOSTO

000013

## 2 - SISTEMA PROPOSTO

Como pode ser observado no Arranjo Geral, apresentado na Figura 2.1, o sistema proposto para abastecimento da cidade de Cedro terá captação feita no riacho São Miguel, próximo ao seu cruzamento com a CE-113.

A captação será feita através de bomba centrífuga da estação de bombeamento denominada EE-1, de onde se fará o recalque até a Estação Compacta de Tratamento de Água - ETA, localizada em Cedro.

Este recalque se fará através da Adutora de Água Bruta - AAB, que possuirá diâmetro de 200 mm e 5.872 m de comprimento.

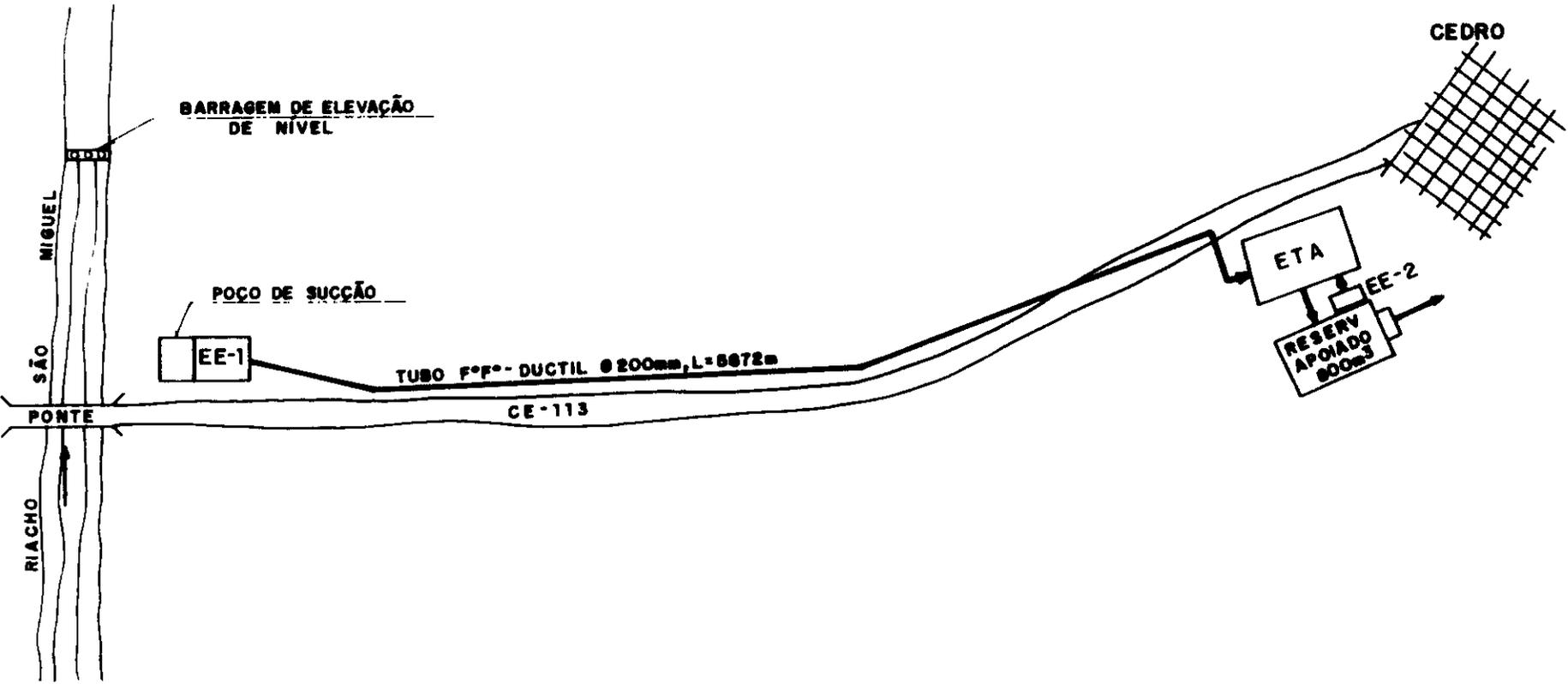
A ETA será composta de clarificadores de contato, clorador a gás com funcionamento a vácuo, câmara distribuidora e kits de preparação e dosagem de soluções químicas, conduzirá água tratada por gravidade diretamente para o reservatório apoiado, situado ao lado da mesma.

Situada ao lado do reservatório apoiado, a estação Elevatória EE-2 pertence ao conjunto da ETA. Sua finalidade será a de bombear água tratada armazenada no reservatório para lavagem dos clarificadores (filtros).

O reservatório apoiado, com capacidade para 800 m<sup>3</sup>, tem como função armazenar a água a ser distribuída para a cidade.

A seguir apresenta-se, no Quadro 2.1, os principais dados físicos do empreendimento.

FIGURA - 21  
ARRANJO GERAL



## QUADRO 2.1

1 - POPULAÇÃO BENEFICIADA (ANO 2010)	13.763 hab.
2 - CAPTAÇÃO (EE-1)	
02 CONJUNTOS, SENDO UM DE RESERVA:	
● Vazão	31,5 l/s
● Altura manométrica	105,3 m
● Potência do motor	75 CV
3 - ADUÇÃO	
● Comprimento total da adutora	5.872 m
● Caixas de ventosas	24 ud
● Caixas de descargas	25 ud
4 - TRATAMENTO	
03 CLARIFICADORES (Filtros):	
● Vazão	31,5 l/s
● Taxa de filtração	140 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d
● Tempo de funcionamento	24 h
● Velocidade de lavagem	0,9 m/min
● Área de cada unidade	6,48 m <sup>2</sup>
● Diâmetro de cada unidade	3,0 m
● Conjunto moto-bomba para lavagem dos clarificadores:	
- Vazão	106 l/s
- Altura manométrica	10 m
- Potência do motor	25 CV
5 - RESERVATÓRIO APOIADO	
● Capacidade	800 m <sup>3</sup>



**3 - ESTUDOS BÁSICOS**

0237-10/93

**000017**

### 3 - ESTUDOS BÁSICOS

#### 3.1 - POPULAÇÃO E DEMANDA

Neste item foram reproduzidos os estudos de projeção de população e demanda para consumo humano da cidade de Cedro desenvolvidos por ocasião de elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

O Quadro 3.1 apresenta a projeção populacional de 10 em 10 anos até o ano 2020.

**QUADRO 3.1**  
**PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DA CIDADE DE CEDRO**  
**ATÉ O ANO 2020**

CIDADE	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
CEDRO	11.408	12.530	13.763	15.116

Para a obtenção da demanda foi considerado um consumo individual de 150 litros, segundo recomendações da CAGECE para cidades desse porte.

O Quadro 3.2 apresenta a projeção de demanda de 10 em 10 anos até o ano 2020.

**QUADRO 3.2**  
**PROJEÇÃO DE DEMANDA HUMANA PARA A CIDADE**  
**DE CEDRO ATÉ O ANO 2020 (l/s)**

CIDADE	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
CEDRO	19,8	21,8	23,9	26,2

Tomando como horizonte o ano 2010 e considerando uma perda de 20% na distribuição, seria necessário a produção de 28,7 l/s de água para atender a demanda da cidade. Adotou-se para o dimensionamento da adutora uma vazão de 31,5 l/s.

### 3.2 - MANANCIAL

*La 20% aproveitamento 2020.*

O manancial do sistema é o açude São Miguel, que possui uma capacidade de acumulação de 32 hm<sup>3</sup>. O Quadro 3.3 apresenta as principais características do reservatório.

**QUADRO 3.3  
CARACTERÍSTICAS DO AÇUDE SÃO MIGUEL**

Capacidade	32 hm <sup>3</sup>
Localização	Município de Cedro
Sistema	Jaguaribe/Salgado
Rio	São Miguel
Bacia hidrográfica	176 Km <sup>2</sup>
Volume morto	3,2 hm <sup>3</sup>
Barragem	Tipo - terra
Altura máxima	17 m
Largura máxima na base	97 m
Extensão do coroamento	560 m
Cota do coroamento	297,5 m
Largura do coroamento	6,0 m
Volume de terra	308.592 m <sup>3</sup>
Sangradouro	Tipo - labirinto
Largura	57 m
Revanche	2,5 m
Cota	295
Tomada d'água	Tipo galeria circular
Seção	600 mm
Extensão	60 m
Cota galeria	286,5
Aproveitamento previsto	Controle de cheias, irrigação, piscicultura e abastecimento humano

**4 - DESCRIÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS  
DO SISTEMA PROJETADO**

#### 4 - DESCRIÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PROJETADO

##### 4.1 - CAPTAÇÃO

A captação do sistema constitui-se, em uma estação elevatória denominada EE-1, instalada em aterro na cota 224,0 m, distante cerca de 40,0 m da margem direita do riacho São Miguel.

A EE-1 deverá recalcar água diretamente do poço de sucção, onde os níveis deverão variar entre 219,5 e 222,0 m, até a Estação de Tratamento de Água, com NA máximo na elevação de 296,05 m, aproximadamente.

Projeteu-se, a jusante do local da captação, um barramento em alvenaria de pedra, cuja função será elevar o nível da água a uma altura suficiente para garantir o nível mínimo de sucção.

Escolheu-se um conjunto moto-bomba de eixo horizontal composto de duas bombas (uma de reserva). As bombas estarão instaladas em estrutura fixa e abrigadas. Este tipo de bomba adapta-se principalmente a grandes alturas de elevação, caso típico deste projeto.

No Desenho 09/31 é mostrado o Arranjo Geral da Captação, e o dimensionamento do conjunto elevatório é apresentado no Capítulo 5 - Memória de Cálculo.

##### Características da EE-1

Vazão .....	31,5 l/s
Altura Manométrica Total .....	105,3 m
Potência do Motor .....	75 CV
Rotação .....	3.500 rpm
Voltagem Trifásica .....	380/660 V

## 4.2 - ADUÇÃO

A adução é composta basicamente da adutora de água bruta, com um comprimento de 5.872 m, que conduzirá água da EE-1 até a caixa de chegada de água na Estação de Tratamento de Água - ETA.

Constituída de uma tubulação de ferro fundido - dúctil, com 200 mm de diâmetro, a adutora desenvolve-se na faixa de domínio da CE-113, no lado esquerdo, no sentido de quem chega a cidade sempre que possível enterrada, exceto em alguns trechos de travessias (pontes e bueiros).

Para um perfeito funcionamento da Adutora deverão ser instaladas 24 ventosas de tríplice função com a finalidade de expelir automaticamente o ar que venha a se acumular em seu interior, e 25 registros de descarga para facilitar futuras manutenções.

O caminhamento e o perfil da adutora são apresentados nos desenhos de 01/31 a 06/31.

## 4.3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - (ETA)

A ETA é composta de clarificadores de contato (filtros), câmara distribuidora, cloradores a gás com funcionamento a vácuo, misturadores de preparação e dosagem de soluções químicas e de laboratório para análise da água. A seguir as características de alguns componentes da ETA.

### 4.3.1 - Clarificadores (Filtros)

#### 4.3.1.1 - Descrição de funcionamento

O coagulante (sulfato de alumínio) será aplicado na tubulação de alimentação do clarificador ou da câmara

distribuidora. A água bruta, depois que recebe o coagulante, será diretamente encaminhada para o clarificador sem passar por floculadores ou decantadores.

O efluente obtido será utilizado para abastecimento, após a desinfecção e correção do pH da água.

A floculação da água se realiza satisfatoriamente no próprio meio filtrante; a experiência tem demonstrado que a coagulação e floculação realizados no meio poroso e na presença de substâncias previamente precipitadas, conduzem a resultados excelentes, podendo permitir economias de coagulantes e coadjuvantes de 20 a 40%.

A medida que a água coagulada atravessa o meio filtrante as impurezas vão sendo parcialmente retiradas em partes deslocadas sob formas de flocos de uma subcamada para a seguinte onde ocorre a retenção e novo deslocamento parcial. Dois processos ocorrem simultaneamente no meio filtrante:

- a) A remoção de partículas da água e sua aderência aos grãos de areia sob a influência de forças moleculares de adesão;
- b) A remoção de partículas previamente presas e o seu deslocamento provocado pelas forças hidrodinâmicas de escoamento (pelo aumento de velocidade). Verifica-se, portanto, toda a camada filtrante trabalha no processo de clarificação e que a acumulação de impurezas não ocorre apenas na primeira fase do contato.

A disposição do meio filtrante em relação ao sentido do escoamento do líquido faz com que a água mais impura encontre primeiramente o material mais grosseiro, de mais porosidade. À medida que esta vai se livrando de impurezas no sentido do

movimento ascendente, ela vai encontrando meios cada vez mais finos e de menor porosidade. A filtração se realiza, portanto, no sentido do material filtrante mais grosso para o mais fino, e sem ocorrências de interfaces. Após a filtração a água é conduzida até o reservatório subterrâneo de água tratada através de uma tubulação.

#### 4.3.1.2 - Lavagem dos clarificadores

A lavagem dos clarificadores será realizada por conjuntos moto-bomba que permitam uma velocidade de lavagem de 0,9 a 1,0 m/min e altura manométrica disponível de 10 a 11 mca.

Tempo de lavagem: 8 minutos

#### 4.3.1.3 - Dosagem de produtos químicos

A dosagem de produtos químicos na água será feita mediante kits de preparação e dosagem, após succionadas dos tanques de preparo e dosagem. Será adicionado a água bruta, para coagulação, sulfato de alumínio e coadjuvante, quando necessário.

Para a desinfecção será utilizado o cloro. As dosagens corretas serão determinadas por teste de jarro (JARTEST) determinações de cor, turbidez, pH e cloro residual.

#### 4.3.1.4 - Características principais:

Diâmetro .....	3.000 mm
Altura total .....	3.400 mm
Tubulação de entrada .....	150 mm
Tubulação de saída .....	150 mm
Tubulação de descarga e de lavagem .....	200 mm
Tubulação de alimentação da água de lava gem .....	150 mm
Dreno de fundo (descarga) .....	100 mm

Entrada da água da lavagem da interface. 75 mm  
 Peso vazio ..... 580 kg  
 Peso em operação ..... 41.200 kg

#### 4.3.1.5 - Material filtrante para cada unidade

- a) Leito de contato composto de sete camadas totalizando uma altura de 80 cm, com granulometria variada de 31,7 a 2,4 m.
- b) Meio filtrante - constituído de uma camada de areia preparada com tamanho efetivo de 1,2 mm (granulometria de 0,60 a 1,60 m) coeficiente de desuniformidade de 1,4; a altura do leito filtrante é de 1.600 mm.

Todo material filtrante se apresentará livre de impurezas tais como: lama, matéria orgânica, argila, ferro, manganês.

#### 4.3.1.6 - Resumo dos cálculos

##### Clarificadores

Vazão ..... 113,4 m<sup>3</sup>/h  
 Taxa de filtração ..... 140 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d  
 Tempo de funcionamento ..... 24 h  
 Número de unidades ..... 03

##### Área filtrante necessária

Número de unidades ..... 03  
 Área de cada unidade ..... 6,48 m<sup>2</sup>

#### 4.3.2 - Câmara distribuidora

Função: Assegurar a taxa de filtração adotada e aplicar os coagulantes. É composta de visor para acompanhamento da perda de carga da filtração.

Diâmetro .....	700 mm
Altura total .....	6.200 mm
Tubulação de alimentação .....	200 mm
Tubulação do extravasor .....	75 mm
Bocal de saída (distribuidor) .....	150 mm
Bocal de descarga .....	50 mm

#### 4.3.3 - Clorador a gás

Dosadores de cloro gasoso para montagem na parede construído em material altamente resistente ao cloro, incluindo os seguintes componentes:

- 1 rotâmetro para capacidade até 22 kg/dia
- 1 injetor
- 1 válvula redutora de pressão
- 1 conector flexível
- 1 válvula redutora de vácuo

#### 4.3.4 - Kits dosadores de produtos químicos

##### a) Tanque

Tanque para preparação e armazenamento de solução do sulfato de alumínio, leite de cal e hipoclorito de sódio. Constituído por quatro cortinas, cocho crivado, tubo de alimentação, bocal de descarga e tampa para suporte do agitador e bomba dosadora. Fabricado em resina estervinílica, reforçado com fibra de vidro, laminado na espessura de 5,0 mm. Atende as especificações de ANTS NBS-PS e CETESB/E 7.130.

### Características

Diâmetro médio .....	800 mm
Altura total .....	1.100 mm
Altura útil .....	1.000 mm
Volume total .....	550 l
Volume útil .....	500 l

#### b) Agitador mecânico

Tipo vertical acionado por motor elétrico, trifásico 0,75 CV, 220/380 V, 600 Hz, equipado com haste em aço inox com 1,0 m de comprimento,  $\phi$  30 mm e hélice em FIBERGLASS de 300 mm.

#### c) Bomba dosadora

Bomba química série MB-50, para líquidos corrosivos e alcalinos, construída em polipropileno injetado, material altamente resistente ao sulfato de alumínio, cal e hipoclorito de sódio; com sistema de vedação hidro-centrífuga, sem atrito.

Acoplada ao motor elétrico blindado TFVE, com proteção IP 54 de 0,5 CV, 220/380 V, trifásico, 60 Hz, vazão até 150 litros/hora, para pressão de 15 mca.

Acompanhada de:

- 1 rotâmetro para vazão de 10 a 100 litros/hora;
- 1 válvula em polipropileno com diafragma em neoprene de 200 mm
- 1 válvula de retenção e PVC com vedação em teflon 200mm
- 1 válvula de pé em PVC com vedação em teflon 32 mm

#### 4.3.5 - Estação Elevatória - EE-2

A Estação Elevatória EE-2 terá como função bombear água tratada para a lavagem dos clarificadores (filtros). Suas principais características são:

Vazão .....	106 l/s 380 m <sup>3</sup> /h
Altura Manométrica Total .....	10,0 m
Potência do Motor .....	25 CV
Voltagem Trifásica .....	380/660 V
Rotação .....	1750 rpm

Em virtude da necessidade da lavagem dos filtros da ETA c/água tratada, será instalada anexo ao reservatório uma estação elevatória, com conjunto moto-bomba de 25 CV, vazão de 106 l/s e altura monométrica de 10,0 m, para lavagem dos clarificadores.

#### 4.4 - RESERVAÇÃO

O volume de reservação necessário para a cidade de Cedro foi calculado com 1/3 do consumo máximo diário e igual a 800 m<sup>3</sup>.

O reservatório do sistema será do tipo apoiado, e deverá ser implantado próximo a ETA em um ponto que domine as cotas da maior parte da cidade.

Este reservatório, em concreto armado, deverá ser constituído de dois módulos de 10,0 x 10,0 m e altura útil de 4,0m.

Em virtude da necessidade da lavagem dos filtros da ETA com água tratada, será instalada junto ao reservatório uma estação elevatória EE-2, com conjunto moto-bomba de 25 CV, vazão de 106 l/s e altura manométrica de 10,0 m para lavagem dos clarificadores.

Nos desenhos 19/31 e 12/31 são mostrados os arranjos do Reservatório Apoiado e da Elevatória EE-2, respectivamente.



5 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

0237-10/93

000029

## 5 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

### 5.1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RECALQUE

A Estação Elevatória de Água Bruta que abastecerá a cidade de Cedro, recalcará uma vazão de 31,5 l/s, através de adutora de ferro fundido com diâmetro  $\phi = 200$  mm, com extensão total de 6.020 m.

#### 5.1.1 - Cálculos hidráulicos

- Diâmetro da tubulação de recalque

$$D = 1,2 \sqrt{Q}$$

$$D = 1,2 \sqrt{0,0315} = 0,213 \quad 0,200 \text{ m}$$

A velocidade de escoamento será igual a:

$$U = \frac{4 Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,0315}{\pi \times (0,20)^2} = 1,0 \text{ m/s}$$

#### 5.1.1.1 - Altura manométrica de recalque

- Desnível geométrico

O desnível geométrico será dado pela diferença das cotas entre o nível mínimo no poço de sucção e o nível máximo necessário na ETA.

$$NA \text{ mínimo no poço de sucção} = 219,50 \text{ m}$$

$$NA \text{ máximo na ETA} = 296,05 \text{ m}$$

$$h_g = 296,05 - 219,50 = 76,55 \text{ m}$$

### 5.1.1.2 - Perdas de carga

As perdas de carga consideradas foram as localizadas na sucção, no barrilete e linha de recalque além das perdas distribuídas ao longo das mesmas.

a) Perda de carga localizada no barrilete de sucção -  $h_{ls}$

$$h_{ls} = (\Sigma K) \times \frac{V^2}{2g} \text{ ou } h_{ls} = (\Sigma k) \times 0,0827 \frac{Q^2}{D^4}$$

onde: Q = vazão (m<sup>3</sup>/s)

D = diâmetro da tubulação (m)

$\Sigma K$  = somatório dos coeficientes das perdas localizadas

Os coeficientes das perdas de carga localizadas no barrilete de sucção são os seguintes:

PEÇA	DN (mm)	K
● Válvula de pé	250	1,75
● Crivo	250	0,75
● Curva de 90°	250	0,40
● Redução concêntrica	250 x 200	0,15

$$h_{ls} = 0,0827 \times (0,0315)^2 \times 0,25^{-4} \times (1,75 + 0,75 + 0,40 + 0,15)$$

$$h_{ls} = 0,0641 \text{ m}$$

b) Perda de carga localizada no barrilete de recalque  
 $h_{lr}$

Analogamente ao item anterior, as perdas são calculadas pela mesma fórmula, utilizando-se os seguintes coeficientes:

PEÇA	DN (mm)	K
● Redução excêntrica	200 x 150	0,30
● Curvas de 90°	4 x 200	0,40
● Registro gaveta aberto	200	0,20
● Válvula de retenção	200	2,50
● Tê saída de lado	200	1,30
● Tê passagem direta	200	0,60

$$h_{lr} = 0,0827 \times (0,0315)^2 \times 0,20^{-4} (0,30 + 4 \times 0,40 + 0,20 + 2,5 + 1,3 + 0,6)$$

$$h_{lr} = 0,3334 \text{ m} + 10\% \text{ (peças ao longo do recalque)}$$

$$h_{lr} = 0,3667 \text{ m}$$

c) Perdas de carga distribuídas

As perdas de carga distribuídas ao longo da linha de sucção ( $H_s$ ) e recalque ( $H_r$ ) são obtidas a partir da fórmula de Colebrook, sendo:

$H$  = perda de carga distribuída;

$$H = f \times \frac{2}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

onde:

$f$  = Coeficiente de atrito calculado por processo iterativo através da seguinte fórmula:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = - 2 \times \log \left[ \frac{K}{3,7 \times D} + \frac{2,51}{Rc \times \sqrt{f}} \right]$$

K = coeficiente de rugosidade = 0,26

D = diâmetro

$$Rc = \text{número de Reynolds} = \frac{V \times D}{\alpha}$$

$\alpha$  = viscosidade cinemática da água =  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

L = comprimento da tubulação

V = velocidade em m/s

c.1) Perda de carga distribuída na sucção - Hs

Dados: K = 0,26

D = 0,250 m

$\alpha$  =  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

L = 5,70 m

V = 0,64 m/s

J = 0,0024 m/m

Hs = 0,0139 m

C.2) Perda de carga distribuída no recalque - Hr

Dados: K = 0,26

D = 0,200 m

$\alpha$  =  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

L = 5.872 m

V = 1,00 m/s

J = 0,0048 m/m

Hr = 28,30 m

## d) Altura Manométrica Total - HMT

$$HMT = h_g + h_{ls} + h_{lr} + H_S + H_R$$

$$HMT = 76,55 + 0,0644 + 0,3677 + 0,0139 + 28,30 = 105,30 \text{ m}$$

A seguir, na Figura 5.1, apresenta-se o perfil da linha piezométrica.

## e) Cálculo da Potência requerida - P

$$P = \frac{Q \times HMT}{75 \times \eta}$$

onde: Q = Vazão em l/s;

HMT = altura manométrica total em m;

$\eta$  = rendimento da bomba

$$P = \frac{31,5 \times 105,30}{75 \times 0,72} = 61,42 \text{ CV}; \text{ Potência comercial adotada} = 75 \text{ CV}$$

## 5.1.2 - Cálculo da curva do sistema

A curva do sistema para operação de uma bomba é definida pela expressão:

$$HMT = h_g + h_{ls} + h_{lr} + H_S + H_R$$

O Quadro 5.1 apresenta os diferentes valores de perda de carga que conduziram a curva do sistema.

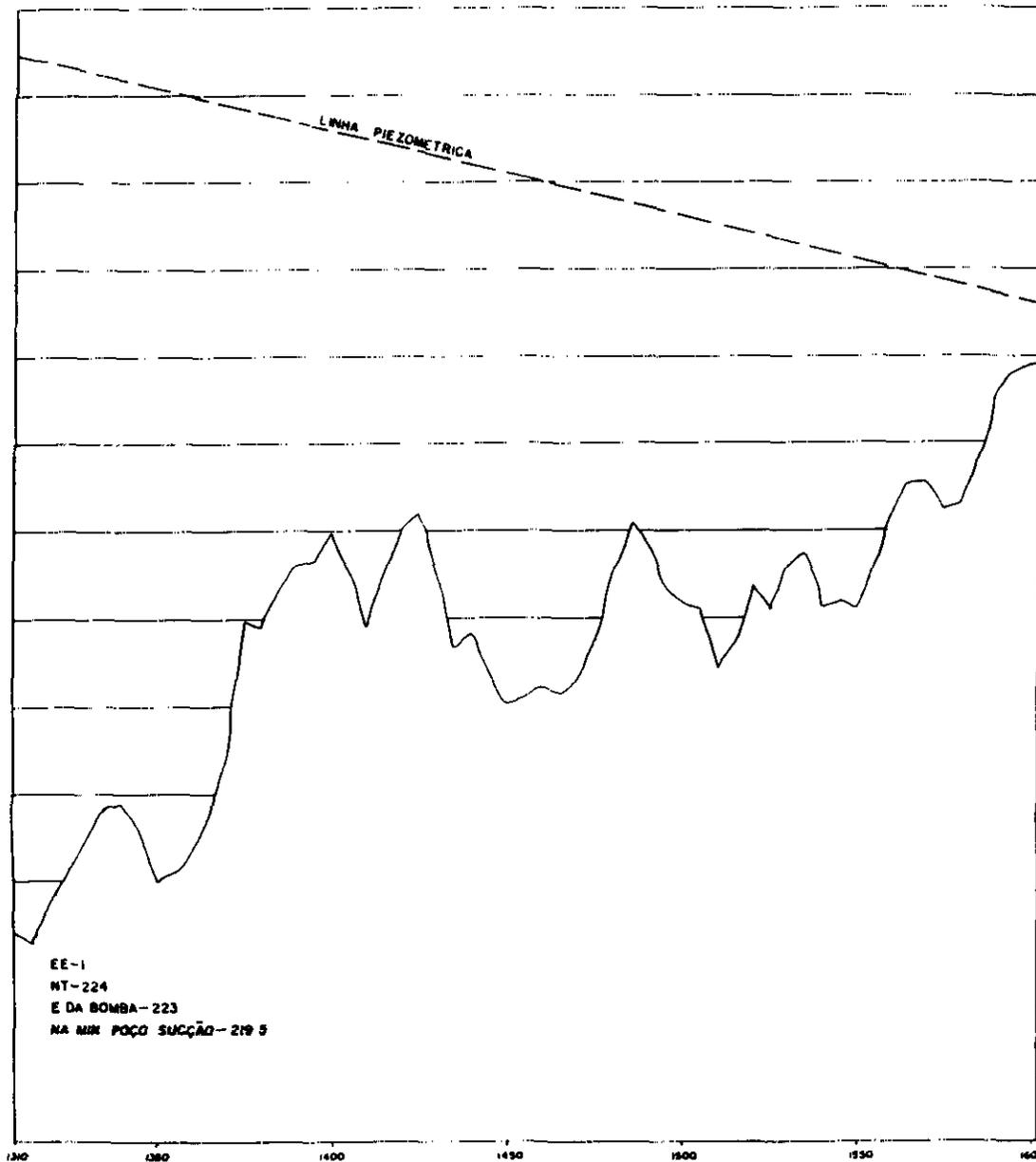
O ponto de trabalho para a vazão de projeto Q = 31,5 l/s é dado por:

$$HMT = 105,30 \text{ m}$$

A potência requerida, dada por:

$$P = 61,42 \times 1,1 = 67,56 \text{ CV}; \text{ Potência comercial adotada} = 75 \text{ CV}$$

340.000  
330.000  
320.000  
310.000  
300.000  
290.000  
280.000  
270.000  
260.000  
250.000  
240.000  
230.000  
220.000  
210.000  
200.000



ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'AGUA  
NT-208 33  
NA MAX = 296 05m

FIGURA 51

PERFIL DA LINHA PIEZOMÉTRICA

## QUADRO 5.1

### CALCULO DA CURVA DO SISTEMA EM OPERAÇÃO

Q1 m <sup>3</sup> /h	Q2 m <sup>3</sup> /s	hg m	fls m	hfr m	Hs m	Hr m	HMT m
6	0.0017	76.55	0.0002	0.0010	0.0000	0.1361	76.6873
12	0.0033	76.55	0.0007	0.0041	0.0000	0.4382	76.9930
18	0.0050	76.55	0.0016	0.0092	0.0000	0.9256	77.4865
24	0.0067	76.55	0.0029	0.0164	0.0006	1.5752	78.1451
30	0.0083	76.55	0.0046	0.0257	0.0006	2.3307	78.9115
36	0.0100	76.55	0.0066	0.0370	0.0011	3.2840	79.8786
42	0.0117	76.55	0.0089	0.0503	0.0011	4.3905	81.0008
48	0.0133	76.55	0.0117	0.0657	0.0017	5.5706	82.1997
54	0.0150	76.55	0.0148	0.0832	0.0023	6.9710	83.6212
60	0.0167	76.55	0.0183	0.1027	0.0029	8.5215	85.1953
66	0.0183	76.55	0.0221	0.1242	0.0034	10.1174	86.8171
72	0.0200	76.55	0.0263	0.1478	0.0040	11.9578	88.6859
78	0.0217	76.55	0.0308	0.1735	0.0046	13.9469	90.7058
84	0.0233	76.55	0.0358	0.2012	0.0051	15.9545	92.7466
90	0.0250	76.55	0.0411	0.2310	0.0057	18.2315	95.0592
96	0.0267	76.55	0.0467	0.2628	0.0068	20.6563	97.5226
102	0.0283	76.55	0.0527	0.2967	0.0074	23.0735	99.9803
108	0.0300	76.55	0.0591	0.3326	0.0080	25.7850	102.7347
114	0.0317	76.55	0.0659	0.3706	0.0091	28.6440	105.6396
120	0.0333	76.55	0.0730	0.4106	0.0097	31.4694	108.5127
126	0.0350	76.55	0.0805	0.4527	0.0109	34.6143	111.7084
132	0.0367	76.55	0.0883	0.4969	0.0120	37.9063	115.0535
138	0.0383	76.55	0.0965	0.5431	0.0131	41.1391	118.3418
144	0.0400	76.55	0.1051	0.5913	0.0143	44.7167	121.9774
150	0.0417	76.55	0.1141	0.6416	0.0154	48.4412	125.7623
156	0.0433	76.55	0.1234	0.6940	0.0165	52.0808	129.4646
162	0.0450	76.55	0.1330	0.7484	0.0177	56.0905	133.5396
168	0.0467	76.55	0.1431	0.8048	0.0188	60.2470	137.7637

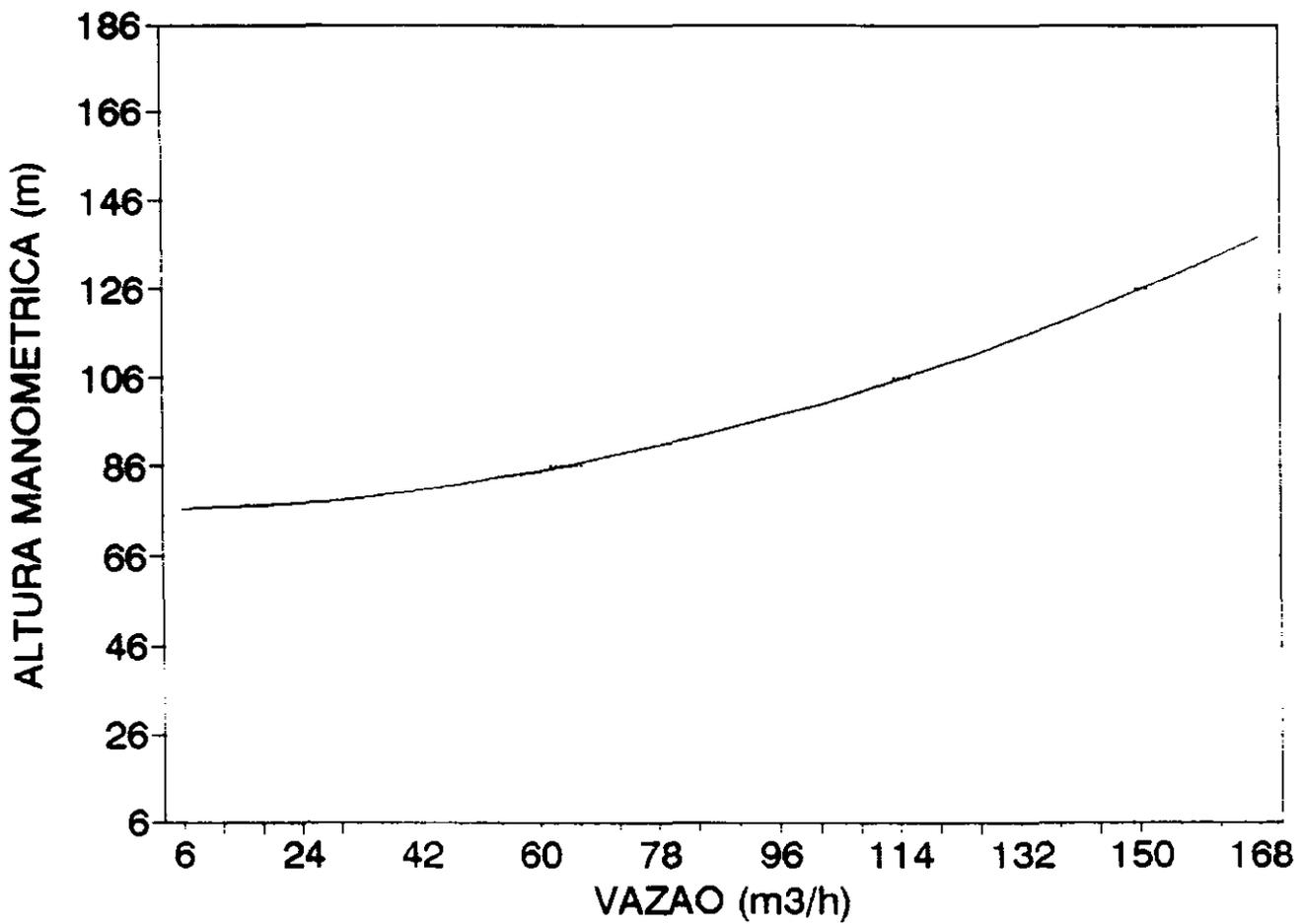
ARQ SIS-OP WQ1

000036

Foi então selecionada uma bomba centrífuga com potência do motor de 75 CV, rotação 3500 rpm, que atende a curva do sistema.

A Figura 5.2, apresentada a seguir, mostra a curva do sistema.

**FIGURA 5.2**  
**CALCULO DA CURVA DO SISTEMA EM OPERACAO**



### 5.1.3 - Estudo do golpe de aríete

O objetivo do presente estudo é possibilitar o cálculo do valor do golpe de aríete, o qual condicionará, ou não, o emprego de válvulas anti-golpe.

O estudo analítico foi procedido aplicando-se as equações de Allievi.

O cálculo da celeridade é realizado através da expressão:

$$c = \frac{9.990}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{e}}}, \text{ onde}$$

- c - celeridade da onda, em m/s;
- D - diâmetro da tubulação, em m;
- e - espessura das paredes do tubo, em m;
- k - coeficiente que leva em conta o módulo da elasticidade do material, admitido como 0,588 para ferro fundido dúctil classe K-7

O cálculo da sobrepressão máxima no extremo da linha é feito pelo uso da fórmula:

$$h_a = \frac{c \cdot v}{g}, \text{ onde:}$$

- h<sub>a</sub> - sobrepressão máxima, em mca;
- c - celeridade da onda, em m/s;
- v - velocidade média da água, em m/s;
- g - aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup>.

A celeridade será:

$$c = \frac{9.990}{\sqrt{48,3 + 0,588 \times \frac{0,200}{0,0054}}}, 1.193,37$$

A sobrepressão na adutora será dada por:

$$h_a = 1.193,37 \times 1,00 = 121,65 \text{ m}$$
$$9,81$$

A pressão máxima:

$$H_{\text{máx.}} = H_{\text{man}} + h_a$$

$$H_{\text{máx.}} = 105,30 + 121,65 = 226,95 \text{ m}$$

Tendo em vista que o valor da pressão máxima calculado é inferior àquele suportável pela tubulação de ferro fundido, classe K-7, não se indica o uso de dispositivo anti-golpe.

0237-10/93

6 - PROJETO ELÉTRICO

000041

## 6 - PROJETO ELÉTRICO

### 6.1 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Um conjunto eletrobomba de 75 CV capta água do riacho São Miguel e recalca para uma Estação de Tratamento de Água - ETA distante cerca de 5870 m do ponto de captação.

Uma subestação de 112,5 KVA, situada próxima a captação, alimenta a motobomba de captação e recalque (75 CV).

Uma outra subestação de 45 KVA, situada próximo ao reservatório, alimenta a motobomba de 25 CV que bombeia a água para limpeza dos filtros da ETA.

Em todos os casos há uma moto-bomba de reserva, inclusive alimentação e proteção elétrica.

### 6.2 - LOCALIZAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

A futura Unidade Consumidora fica situada no município de Cedro e os equipamentos a serem instalados estarão submetidos às seguintes condições de serviço: altitude abaixo de 1000 metros; temperatura variando entre 15 e 40 °C; umidade relativa do ar variando entre 80 e 100%; velocidade máxima do vento de 105 km/h.

### 6.3 - ALIMENTAÇÃO

A alimentação será feita em 13.8 KV, cabo 3 f 4 AWG, CAA, através de uma derivação da rede de distribuição primária da COELCE.

#### 6.4 - CARGA PREVISTA

Serão instalados dois transformadores aéreos, ao tempo, em poste. Um de 112,5 KVA alimentará uma bomba de 75 CV, e a iluminação do pátio externo da Estação - EE1. Outro transformador de 45 KVA alimentará uma moto-bomba de 25 CV, a iluminação externa da ETA e a Casa de Química.

#### 6.5 - COMANDO E PROTEÇÃO

O comando e o controle das motobombas serão feitos através de QGBT's instalados próximos em cada subestação, equipados com voltímetros, amperímetros, chave comutadora, botoeiras e chave compensadora de partida.

#### 6.6 - PROTEÇÃO

##### 6.6.1 - Lado Primário

O circuito primário será protegido por um conjunto de chave fusível, indicadora, unipolar, 15 KV, 100 A, 2 KA com elo fusível de 6 K.

##### 6.6.2 - Lado Secundário

Os circuitos secundários serão protegidos por disjuntores e fusíveis instalados nos QGBT's.

##### 6.6.3 - Transformadores

Serão protegidos individualmente por um conjunto de chave fusível 15 KV, 100 A 2 KA, com elo fusível de 6 K e 24 H para os transformadores de 112,5 KVA e 45 KVA, respectivamente.

Um conjunto de pára-raios será instalado em cada transformador para proteção de descargas atmosféricas.

#### 6.6.4 - Motobombas

Serão protegidas por disjuntores, fusíveis, relés de sobrecorrentes e relés de falta de fase, instalados nos QGBT's.

#### 6.7 - MEDIÇÃO

A medição será feita num quadro trifásico, ao tempo, padrão COELCE, instalado no poste de cada transformador.

#### 6.8 - ATERRAMENTO

Deverão ser utilizadas 3 (três) hastes de terra, dispostas retangularmente, a uma distância de 4 (quatro) metros entre elas, ficando a haste mais próxima do poste da subestação a um metro de distância.

Deverá ser utilizado um condutor de bitola 7 x 10 AWG, de aço cobreado, ao qual deverão ser ligados o conjunto de pára-raios, carcaça e o neutro do transformador.

#### 6.9 - DIMENSIONAMENTO DOS TRANSFORMADORES

##### 6.9.1 - Transformador para alimentar a captação e a ETA

A demanda do transformador é calculada pela fórmula:

$$D = \frac{(0,77 a + 0,7b + 0,9C + 0,59D + 1,2 E + F + G)}{fp} \text{ KVA}$$

onde:  $F = (0,87 \times P_{nm} \times F_u) \times F_s$

sendo:  $P_{nm}$  = Potência nominal dos motores em CV

$F_u$  = Fator de utilização dos motores

$F_s$  = Fator de simultaneidade dos motores

Eliminado algumas parcelas não aplicáveis nesse projeto específico, teremos:

$$D = (0,87 \times 75 \times 0,87) \times 1$$

$$D = 56,77$$

Portanto, deverá ser instalado um transformador de 112,5 KVA.

#### **6.9.2 - Transformador que alimenta a EE-2**

Da mesma forma como no subitem anterior, teremos:

$$D = (0,87 \times 45 \times 0,87) \times 1 = 34,06$$

Portanto, deverá ser instalado um transformador de 45 KVA.

#### **6.10 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

- As plantas e os desenhos complementam com detalhes as explicações desse memorial descritivo, informando o dimensionamento de eletrodutos, cabos e equipamentos de controle, comando e proteção.
- Todas as ligações de equipamentos deverão ser feitas por meio de conectores apropriados, não sendo permitido ligações soldadas.
- As ligações dos cabos que alimentam as motobombas deverão ser feitas através de conectores, não sendo permitidas ligações soldadas.
- Os conectores terminais e de emenda deverão ser do tipo pressão, sem solda.

- A carcaça das motobombas devem ser firmemente aterradas.
- Devem ser tomadas as devidas precauções para que as caixas de ligações fiquem protegidas contra umidade.
- Deverão ser instalados arame guia de ferro galvanizado, bitola nº AWG, em todos os eletrodutos, inclusive nos de reserva.
- Deverão ser deixadas em todas as pontas de ligações, comprimentos adequados de cabo para permitir emendas.

A seguir é apresentado um quadro com o resumo geral dos custos da captação, adução e tratamento de água para o abastecimento da cidade do Cedro

RESUMO GERAL DOS CUSTOS	CR\$	US\$
CAPTAÇÃO - ELEVATÓRIA EE - 1 I - Equipamentos Hidromecânicos II - Obra Civil III - Equipamentos Elétricos IV - Barragem Vertedoura	6 612 154,72 1 851 916,00 1 396 438,23 1 261 378,00 2 102 422,49	59 838,5 (8,4%)
ADUTORA (ACESSÓRIOS E MONTAGEM) I - Equipamentos Hidromecânicos II - Obra Civil e Montagem	33 381 247,83 28 844 982,10 4 536 265,73	302 092,7 (42,3%)
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA I - Equipamentos Hidromecânicos II - Obra Civil III - Equipamentos Elétricos	15 165 965,40 12 155 000,00 2 489 748,40 521 217,00	137 248,6 (19,2%)
RESERVATÓRIOS I - Obra Civil II - Equipamentos Hidromecânicos	17 442 179,52 16 389 150,14 1 053 029,38	157 847,8 (22,1%)
MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	6 291 602,84	56 937,6 (8,0%)
TOTAL	78 893 150,31	713 965,0

62 830,43

317 197,34 -  
228 991,29

144 111,03

165 740,19

 DATA SET/93  
 DÓLAR OFICIAL CR\$ 110,50

0 200

58726

(25273088,00

10941,00

1950700

228991,12