

GOVERNO DO ESTADO



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**  
**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS COGERH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROURB CE**

**PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS**  
**CHAVAL E BARROQUINHA**

**Tomo I Relatório Geral**

**Volume I Texto**

**GHG**

**FORTALEZA**  
**Abril 1998**

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS  
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH  
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DAS  
ADUTORAS DE CHAVALE E BARROQUINHA

TOMO I - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 - TEXTO



Lote: 01598 - Prep (  ) Scan (  ) Index (  )  
Projeto Nº 167101/01/E  
Volume 1  
Qtd A4 101 dir-03 Qtd. A3 06  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

FORTALEZA  
ABR/1998

01/E

GOVERNO DO ESTADO



# GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROURB/CE

## PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CAVAL E BARROQUINHA

**TOMO I - RELATÓRIO GERAL**

**VOLUME 1 - TEXTO**



FORTALEZA  
ABRIL/98

000003



## SUMÁRIO

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS .....</b>	<b>10</b>
2 1 BARROQUINHA	11
2 1 1 Localização e Acesso	11
2 1 2 Clima	11
2 1 3 Aspectos Sócios - Econômicos	11
2 1 4 População Atual	13
2 1 5 Renda Média	13
2 1 6 Aspectos Sanitários	14
2 2 CHAVAL	15
2 2 1 Localização e Acesso	15
2 2 2 Clima	15
2 2 3 Aspectos Sócios - Econômicos	15
2 2 4 População Atual	16
2 2 5 Renda Média	17
2 3 PROJEÇÕES DAS POPULAÇÕES A ABASTECER	17
<b>3. OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA ATUAIS .....</b>	<b>19</b>
3 1 BARROQUINHA	20
3 2 CHAVAL	20
<b>4. O SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>22</b>
4 1 PREMISSAS DE PROJETO	23
4 2 FONTE HÍDRICA	24
4 3 QUALIDADE DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO	25
4 4 TRAÇADO DO SISTEMA ADUTOR	27
4 5 CAPTAÇÃO	28



4 6 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	28
4 7 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	30
4 8 ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA	30
4 9 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO	30
4 10 RESERVAÇÃO	30
<b>5. ESTUDOS DOS DIÂMETROS ECONÔMICOS.....</b>	<b>31</b>
5 1 ESTUDO DOS DIÂMETROS ECONÔMICOS	32
5 1 1 Introdução	32
5 1 2 Metodologia de Cálculo	32
<b>6. DETALHAMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>43</b>
6 1 GENERALIDADES	44
6 2 VAZÕES DE PROJETO	44
6 3. DESCRIÇÃO DO PROJETO	45
6 3 1 Captação	45
6 3 2 Estação Elevatórias	47
6 3 2 1 <i>Cálculo das perdas de carga nas adutoras</i>	47
6 3 2 2 <i>Captação – (ÁGUA BRUTA)</i>	50
6 3 2 3 <i>Estações Elevatórias de água tratada</i>	52
6 3 2 4 <i>Potência sugerida</i>	64
6 3 3 Adutoras	66
6 3 3 1 <i>Orgãos e Acessórios de Proteção da Canalização</i>	68
6 3 3 2 <i>Análise dos Transitórios Hidráulicos</i>	72
6 3 3 3 <i>Conclusões</i>	78
6 3 4 Estação de Tratamento ETA	81
6 3 5 Tratamento da água	82
6 3 5 1 <i>Preliminares</i>	82
6 3 5 2 <i>Componentes</i>	83
6 3 5 3 <i>Dimensionamento do ETA</i>	85
6 3 5 4 <i>Produtos Químicos</i>	91
6 3 6 Reservação - Reservatórios	95
6 3 6 1 <i>Preliminares</i>	95
6 3 6 2 <i>Detalhes Genéricos dos Reservatórios</i>	97



6 3 6 3 <i>Reservatórios (s) Projetados (s)</i>	99
6 3 7 Sistema Elétrico	102
6 3 7 1 <i>Generalidades</i>	102
6 3 7 2 <i>Descrição do Projeto</i>	104
6 3 7 3 <i>Localização e condições Ambientais</i>	104
6 3 7 4 <i>Alimentação Primária, Subestações e Tensões Secundárias</i>	105
6 3 7 5 <i>Proteção e Medição</i>	105
6 3 7 6 <i>Aterramento</i>	105
6 3 7 7 <i>Condições Gerais</i>	105
6 3 7 8 <i>Normas</i>	105



## APRESENTAÇÃO



## APRESENTAÇÃO

O presente documento consolida os serviços executados através do contrato nº 024/96 firmado entre a COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos e a GHG LTDA, para a elaboração do Projeto Executivo das Adutoras de Chaval e Barroquinha-Ce, no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Urbano de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará-PROURB/CE

Os estudos desenvolvidos, conforme o Termo de Referências, são constituídos por atividades específicas que permitiram a elaboração dos seguintes documentos, que compõem o acervo do projeto

### TOMO I - RELATÓRIO GERAL

#### ~~Volume 1 - Texto~~

Volume 2 - Memorial de Cálculos,

Volume 3 - Quantitativos e Custos,

Volume 4 - Especificações Técnicas.

Volume 5 - Normas de Medição e Pagamento,

### TOMO II - Desenhos

Volume 1 - Arquitetura - Hidromecânica - Plantas Complementares

Volume 2 - Perfil e Caminhamento - PARTE A

Volume 3 - Perfil e Caminhamento - PARTE B

Volume 4 - Projeto Estrutural

Volume 5 - Projeto Elétrico



## 1. INTRODUÇÃO

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez de água potável para abastecimento das populações residentes nos municípios e distritos do interior cearense é o problema fundamental que vem historicamente desafiando as autoridades governamentais do estado

Com o objetivo de encontrar soluções definitivas para tal situação, o Governo do Estado do Ceará tem desenvolvido um programa de construção de adutoras no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROURB/CE

A elaboração do Projeto Executivo das Adutoras Chaval e Barroquinha, que tem como fonte hídrica o açude Itaúna, é parte integrante do referido programa e tem como objetivo a ampliação dos sistemas de abastecimento destas cidades através de sua interligação com os sistemas existentes, administrados pelo SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto no caso de Barroquinha, e pela Cagece no caso de Chaval

Este documento constitui o Tomo I - Relatório Geral - Volume 1 - Texto, sendo composto por 6 (seis) capítulos assim discriminados

- O primeiro capítulo refere-se a presente introdução,
- No segundo capítulo é feita uma caracterização física e econômica dos municípios de Chaval e de Barroquinha,
- O terceiro capítulo diz respeito ao abastecimento atual das sedes municipais,
- No quarto capítulo é apresentado o sistema proposto através da descrição de suas características técnicas e da definição dos parâmetros a serem utilizados,
- O quinto capítulo trata do estudo dos diâmetros mais econômicos, onde é feita apresentação dos vários diâmetros estudados.
- No sexto e último capítulo é apresentado o detalhamento dos elementos de projeto



## 2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

## 2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

### 2.1 BARROQUINHA

#### 2.1.1 Localização e Acesso

O Município de Barroquinha localiza-se na zona fisiográfica de Camocim, região Noroeste do Estado do Ceará, com coordenadas geográficas iguais a 3° 01' 08" de latitude sul e 41° 08' 10" de longitude Oeste. Limitando-se no Norte com o Oceano Atlântico, ao Sul com o município de Granja, ao Leste com o município de Camocim e ao Oeste com o de Chaval e o Estado do Piauí. A altitude na sede municipal é de 94,00m.

O acesso rodoviário é feito, a partir de Fortaleza, através da BR-222 até o entrocamento com a estrada estadual CE-364 prosseguindo por esta até Camocim e logo em seguida pela CE-085/402 chega-se a sede municipal. A distância entre esta e a capital do Estado é de 389Km.

#### 2.1.2 Clima

Os dados climáticos sobre o município de Barroquinha são escassos.

Sua temperatura média oscila entre 22° C e 33° C. Em relação a precipitação, a média pluviométrica é de 1.164mm, sendo o trimestre de agosto, setembro, outubro o mais seco do ano e o mais úmido de fevereiro-março-abril.

#### 2.1.3 Aspectos Sócios - Econômicos

As informações aqui apresentadas foram compiladas a partir do documento de informações Básicas Municipais - Barroquinha, editado pelo IPLANCE, em 1996.

Do ponto de vista da estrutura fundiária, considerando o tamanho da propriedade e o nível de exploração, 102 unidades são minifúndios, 7 são empresas rurais e 86 são latifúndios por exploração.



Os principais produtos agrícolas explorados são feijão, que ocupa uma área de 450 ha, milho (500 ha), castanha de caju (5 150 ha) e mandioca (700 ha)

Em 1980, havia no município 6 estabelecimentos industriais, tendo esse número permanecido em 1985, ocupando 18 pessoas. Destes estabelecimentos, 3 são dedicados a produção de alimentos, e os demais dedicam-se a produção de outros gêneros, tais como, madeira, mobiliário e bebidas. Os estabelecimentos comerciais são em número de 87, sendo 1 atacadista e 86 varejistas.

No aspecto relativo a infra-estrutura, a rede rodoviária municipal tem 48 Km de extensão. O município tem 1 633 consumidores de energia. Os consumidores estão distribuídos do seguinte modo: 1 465 residenciais (722 Mwh), 6 industriais (249 Mwh), 106 comerciais (93 Mwh), 12 rurais (23mwh), 42 públicos (749uwh), outros (6 Mwh).

No que diz respeito a comunicação, o município não conta com emissora de rádio, possui apenas uma agência de correios e um caixa de coleta. No tocante a telefonia, conta com poucos terminais instalados.

Quanto ao saneamento básico não existe sistema de tratamento de esgotos no município, sendo a maioria das residências atendidas por fossa secas ou negras.

De acordo com o SAAE, a situação relativa ao abastecimento de água é a seguinte: 420 ligações, para uma população beneficiada de 2100 habitantes e vazão de distribuição de  $8\text{m}^3/\text{h}$ . O abastecimento é feito a partir de uma bateria de 4 poços, que alimentam em água bruta um reservatório elevado com capacidade de  $100\text{m}^3$ .

O sistema de abastecimento é municipalizado através de um convênio celebrado entre a Fundação Nacional de Saúde e a Prefeitura. É importante frisar que não há tratamento de água.

Com relação aos aspectos sociais, alguns parâmetros podem ser apresentados. Quanto à educação os dados demonstram que havia, em 1994, 66 estabelecimentos de ensino, correspondendo a 107 salas de aula. As matrículas no pré-escolar perfaziam um total de 2 495 alunos, enquanto que os números relativos ao primeiro grau eram de 2 122 alunos e 150 docentes. O índice de analfabetismo do município é de 29,41%.

No que se refere ao setor de saúde, as informações dão conta de que, ainda em 1994 havia 4 Postos de Saúde sem leitos, sendo 2 na sede municipal, 1 em Araras e 1 em Pitupitá. Os profissionais de saúde estavam assim distribuídos: 1 médico e 21 agentes de saúde.

Em 1991, o município de Barroquinha tinha 2 547 domicílios, sendo 1 255 urbanos e 1 292 rurais.

#### 2.1.4 População Atual

De acordo com a Sinopse Preliminar do Censo demográfico da FIBGE, a evolução demográfica de Barroquinha, entre 1970 e 1991, ocorreu de acordo com o Quadro 2.1, a seguir:

**QUADRO 2.1 - DADOS DEMOGRÁFICOS**

DISCRIMINAÇÃO (hab)	ANOS		
	1970	1980	1991
POPULAÇÃO TOTAL	3 089	3 892	12 929
POPULAÇÃO URBANA	1 574	2 224	6 065
POPULAÇÃO RURAL	1 515	1 668	6 864
HOMENS	-	1 922	6 582
MULHERES	-	1 970	6 342
DENSIDADE (hab/km <sup>2</sup> )	-	-	36,22

OK - 3282  
Do 2232  
5621

FONTE: IBGE

1996  
3 759

#### 2.1.5 Renda Média

O rendimento médio mensal do chefe do domicílio no município é mostrado no quadro 2.2, a seguir:

**QUADRO 2.2 - RENDA MÉDIA MENSAL POR CHEFE DE FAMÍLIA**

Faixa Salarial	Nº de C de Fam	% da População
Até ½ S M	897	35%
de ½ a 1 S M	1 280	50%
de 1 a 2 S M	264	10%
de 2 a 5 S M	90	4,4%
de 5 a 10 S M	15	0,6%
de 10 a 20 S M	1	-
Mais de 20	-	-

FONTE IBGE

## 2.1.6 Aspectos Sanitários

Segundo a Secretaria de saúde, o município tem a quarta maior taxa de mortalidade infantil do estado, com TMI de 102, obitos para 1 000 crianças com menos de 1 ano de vida

As doenças veiculadas pelas águas, principalmente a diarreia em crianças e idosos que apresenta-se em constante crescimento. Em 1993 apresentou 69 casos, 272 casos em 94, 314 casos em 95, 343 casos em 96 e no ano de 97 já teve 149 casos notificados

Alguns dados de outras doenças são apresentados a seguir

A Cólera se apresenta em 92 com 102 casos e em 93 com 311 casos

A Hepatite infecciosa no ano de 90 teve 10 casos, em 92 apenas 2 casos foram registrados, o ano de 93 apresentou 11 casos e em 94 somente foi observado 1 caso

A Coqueluche em 93 teve 14 casos

A Dengue em 90 explodiu com 145 casos, mas os outros anos foram melhores. Há outras doenças como a Hanseníase, Tuberculose, Gonorréia e Lestimaniose

## 2.2 CHAVAL

### 2.2.1 Localização e Acesso

O município de Chaval localiza-se na zona fisiográfica de Camocim, região Noroeste do Estado do Ceará, com coordenadas geográficas iguais a 3° 02' 01" de Latitude sul e 41° 14' 38" de longitude Oeste Limitando-se ao Norte com o município de Barroquinha, ao Sul com o de Granja, ao Leste novamente com Barroquinha e ao Oeste com o Estado do Piauí A altitude na sede municipal é de 11,91m

O acesso rodoviário é feito através da CE-085/402, a partir de Camocim que esta ligada a Fortaleza pela CE 364 e a BR-222 A distância entre a sede e a capital do Estado é de 401 km

### 2.2.2 Clima

Os dados climáticos sobre o município de Chaval também são escassos

Sua temperatura média oscila entre 22° C e 33° C Em relação a precipitação, a média pluviométrica é de 1081 mm, sendo o trimestre de agosto a setembro o mais seco do ano, e o mais úmido de fevereiro a abril

### 2.2.3 Aspectos Sócios - Econômicos

As informações aqui apresentadas foram compiladas a partir do documento Informações Básicas Municipais - Chaval, editado pelo IPLANCE, 1996

Do ponto de vista de estrutura fundiária. o município tem 398 estabelecimentos ocupando uma área de 12 171 ha, assim distribuídos 124 estabelecimentos com menos de 10 ha (434 ha), 254 estabelecimentos de 10 a menos de 100 ha (7 538 ha), 20 estabelecimentos de 100 a menos de 1000 ha (4 199 ha) Considerando o tamanho da propriedade e o nível de exploração, 99 são minifúndios (3 412 ha) e 73 são latifúndios por exploração (15 294 ha)



Os principais produtos agrícolas explorados são feijão, que ocupa uma área de 360 ha, milho (400 ha), castanha de caju (1 100 ha), e mandioca (300 ha)

Em 1980, havia no município 33 estabelecimentos industriais, tendo esse número sido reduzido em 1985 para 30, ocupando 130 pessoas. Destes, 6 estão dedicados a produção de alimento, e os demais dedicam-se a outros gêneros, tais como extração mineral. Os estabelecimentos comerciais são em número de 167, sendo dois atacadistas e 165 varejistas.

No aspecto relativo a infra-estrutura, a rede rodoviária municipal tem 130 km de extensão e a estadual 12 km. O município tem 1 163 consumidores de energia elétrica, com um consumo total de 1 409 Mwh. Os consumidores estão assim distribuídos: 1 180 residenciais (794 Mwh), 10 industriais (98 Mwh), 124 comerciais (132 Mwh), 12 rurais (11 Mwh) e 36 públicos (372 Mwh).

Com relação aos aspectos sociais, alguns parâmetros podem ser apresentados. Quanto à educação, os dados demonstram que havia, em 1994, 33 estabelecimentos de ensino, correspondendo a 71 salas de aula. As matrículas no pré-escolar perfaziam um total de 1687 alunos, enquanto que os números relativos ao primeiro e segundo grau eram 2 098 e 97, respectivamente.

No que se refere ao setor de saúde, as informações dão conta de que, ainda em 1994 havia um posto de saúde com 12 leitos. Existia na época 15 agentes de saúde.

Em 1991, o município de Chaval tinha 2 078 domicílios, sendo 1 377 urbanos e 701 rurais.

#### 2.2.4 População Atual

De acordo com a sinopse preliminar do Censo Demográfico do IBGE, a evolução demográfica de Chaval, entre 1970 e 1991, ocorreu de acordo com o quadro 2.3, a seguir.

**QUADRO 2.3 - DADOS DEMOGRÁFICOS**

DISCRIMINAÇÃO (hab)	ANOS		
	1970	1980	1991
POPULAÇÃO TOTAL	6 876	8 556	10 560
POPULAÇÃO URBANA	4 058	5 658	6 888
POPULAÇÃO RURAL	2 812	2 898	3 672
HOMENS	3 414	4 225	5 228
MULHERES	3 462	4 331	5 332
DENSIDADE (hab/km <sup>2</sup> )	24,04	29,92	36,92

FONTE IBGE

### 2.2.5 Renda Média

O rendimento médio mensal do chefe do domicílio em Chaval é mostrado no quadro 2.4

**QUADRO 2.4 RENDA MÉDIA MENSAL POR CHEFE DA FAMÍLIA**

Faixa salarial	Nº de c de fam	% da população
Até ½ S M	689	33%
de ½ a 1 S M	928	45%
de 1 a 2 S M	324	16%
de 2 a 5 S M	112	5%
de 5 a 10 S M	17	1%
de 10 a 20 S M	5	-
Mais de 20	3	-

É importante frisar que a população menor de 19 anos representa 54% do total do município

### 2.3 PROJEÇÕES DAS POPULAÇÕES A ABASTECER

Para o cálculo das projeções populacionais, dos municípios de Barroquinha e de Chaval, assim como das comunidades de Passagem do Vaz e de Lagoa do Mato, a partir dos dados do IBGE adotou-se uma taxa de crescimento de 2 a a valor representativo do crescimento da região

O quadro 2.5 a seguir mostra os resultados das projeções da população urbana das cidades e comunidades em estudo

**QUADRO 2.5 - PROJEÇÕES DAS POPULAÇÕES**

CIDADES	ANOS			
	1995	2005	2010	2016
Barroquinha	6565	8003	8835	9950
Lagoa do Mato	53	65	72	81
Chaval	7360	8972	9906	11156
Passagem do Vaz	539	657	725	816

### **3. OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA ATUAIS**

### 3. OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA ATUAIS

#### 3.1 BARROQUINHA

De acordo com as informações obtidas junto ao SAAE o atual sistema de abastecimento de sede tem as seguintes características

**Fonte Hídrica:** Água subterrânea,

**Captação:** 4 poços, com média de 12 horas de funcionamento, produzindo 8 m<sup>3</sup>/h,

**Reservação:** Reservatório elevado com 100m<sup>3</sup>,

**Ligações Domiciliares:** 420 unidades

É importante salientar que não há qualquer tipo de tratamento, nem mesmo cloração

Á água é de boa qualidade para consumo humano, não apresentando excesso de sal e nem de ferro

O sistema foi construído em 1983, e está totalmente superado precisando urgentemente de expansão. Há um déficit de 930 ligações

#### 3.2 CHAVAL

De acordo com as informações obtidas junto à Cagece o atual sistema de abastecimento da sede tem as seguintes características

**Fonte Hídrica:** Água subterrânea,

**Captação:** 10 poços, localizados no município de Barroquinha, com vazão total de 55 m<sup>3</sup>/dia,

**Adutora de Água Bruta:** Extensão de 13km, com DN -150,

**Reservação:** Reservatório apoiado com volume de 400m<sup>3</sup>, Reservatório elevado com volume de 200m<sup>3</sup> (36m de altura),

**N.º de Ligações:** 800 unidades, sem medidores volumétricos



**ETA.** Atualmente o tratamento se resume a aplicação de hipoclor

Á água não é de boa qualidade apresentado um teor muito alto de sais ✓

A fonte hídrica anterior era um açude localizado na cidade de Chaval mas foi desativado por estar totalmente poluído



#### **4. O SISTEMA PROPOSTO**

## 4. O SISTEMA PROPOSTO

### 4.1 PREMISSAS DE PROJETO

Considerando o estudo já apresentado sobre as alternativas do traçado das adutoras, foram definidas as seguintes premissas, tendo como horizonte o ano de 2016

- População urbana atual (1995) - Barroquinha 6 565 hab
  - Chaval → 53 hab
  - Lagoa do Mato → 539 hab
  - Passagem do Vaz → 7 360 hab
- Ano horizonte no projeto 2 016 hab
- População no ano 2 016 - Barroquinha 9 950 hab
  - Chaval 11 156 hab
  - Lagoa do Mato 81 hab
  - Passagem do Vaz 816 hab
- Consumo "per capita" 150 l/hab dia
  - Coeficiente do dia do maior consumo (k1) 1,2
  - Coeficiente da hora de maior consumo (k2) 1,5

A evolução das demandas de água das adutoras de Barroquinha e Chaval e da comunidade de Passagem do Vaz são apresentadas no quadro 4.1, 4.2 e 4.3 a seguir

**QUADRO 4.1  
DEMANDA DE ÁGUA DE BARROQUINHA**

ANOS	POPULAÇÃO ATENDIDA <sup>1</sup> (hab)	DEMANDA <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /ano)	VAZÃO MÉDIA <sup>3</sup> (l/s)	VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO (l/s)
1995	6 618	362 335,50	11,49	13,79
2 005	8 068	441 723,00	14,01	16,81
2 010	8 907	487 658,25	15,46	18,55
2 016	10 031	549 197,25	17,41	20,89

**QUADRO 4.2 - DEMANDA DE ÁGUA DE CHAVAL**

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /ano)	VAZÃO MÉDIA <sup>3</sup> (l/s)	VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO (l/s)
1995	7 360	402 960,00	12,78	15,34
2 005	8 972	491 217,00	15,58	18,70
2 010	9 906	542 353,50	17,20	20,64
2 016	11 156	610 791,00	19,37	23,24

**QUADRO 4.3 DEMANDA D'ÁGUA DE PASSAGEM DO VAZ**

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /ano)	VAZÃO MÉDIA <sup>3</sup> (l/s)	VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO (l/s)
1995	539	29 510,25	0,94	1,13
2 005	657	35 970,75	1,14	1,37
2 010	725	39 693,75	1,26	1,51
2 016	816	44 676,00	1,42	1,70

1 Incluindo Lagoa do Mato,

2 Considerando O consumo , durante 365 dias,

3 Considerando, bombeamento de 24 horas

#### 4.2 FONTE HÍDRICA

A fonte hídrica do projeto será o açude Itaúna, localizado no Rio Timonha, cuja bacia hidrográfica é apresentada na figura 4.1

De acordo com a ficha técnica operacional, a bacia hidrográfica do açude Itaúna apresenta uma área de 758 km<sup>2</sup>, sua bacia hidráulica abrange uma área de 3 050 ha, e tem uma capacidade de 77 500 000 m<sup>3</sup>

O tomada d'água é do tipo galeria dupla, com diâmetro de 1000 mm e comprimento de 42,50 m, e permite uma descarga regularizada de até 1,134 m<sup>3</sup>/s

A utilização das águas de açude Itaúna atende a várias finalidades abastecimento urbano, irrigação induzida, irrigação pública e pesca

Em relação ao abastecimento urbano, o volume previsto é de 1 204 664,29 m<sup>3</sup>/ano beneficiando uma população de 22 003 habitantes, dos município de Chaval e Barroquinha, no ano 2 016 Isto corresponde a uma vazão de 48,00 l/s

Considerando o consumo para o abastecimento urbano e para irrigação, mais um percentual de perda inerente do sistema, obtém-se um valor de 0,945 m<sup>3</sup>/s para a vazão consumida do açude Sendo a vazão regularizada de 1,134 m<sup>3</sup>/s ainda temos um saldo de 0,189 m<sup>3</sup>/s

#### 4.3 QUALIDADE DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, no uso das atribuições que lhe confere o Art 7º, Inciso IX, do Decreto 88 351, de 1º de junho de 1983 e o que estabelece a RESOLUÇÃO/CONAMA, de 05 de junho de 1984, resolveu estabelecer a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional

Para tal resolução, os seguintes itens, dentre outros, foram considerados

A classificação das águas é essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes

A saúde e o bem estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas

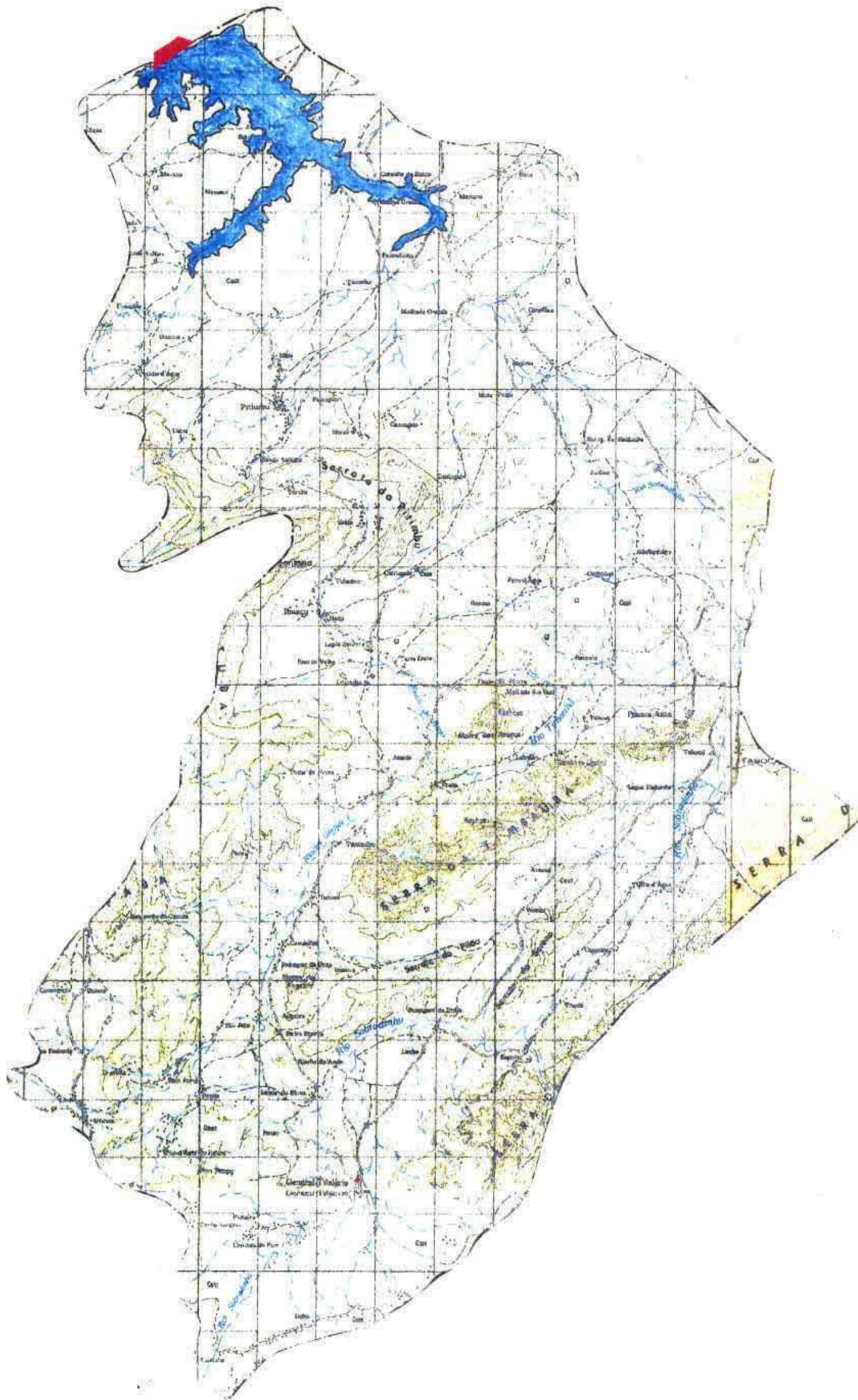


FIGURA 4.1  
BACIA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM ITAÚNA  
ESCALA 1:200.000

000028

000 28

As águas do Rio Timonha deverão se enquadrar, no máximo, na classe III da classificação das águas, após tratamento, de acordo com a resolução Nº 020 de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente

O controle de águas de abastecimento é fundamental para a manutenção e a melhoria da qualidade de vida da população. Quando águas de abastecimento provem de sistemas utilizados exclusivamente para este fim, o problema é relativamente mais simples e o acompanhamento pode ser feito com metodologia pouco complexa e adequada. Quando, entretanto, as águas de abastecimento provem de sistemas utilizados para múltiplos fins (como é, normalmente, o caso em muitos sistemas de abastecimento), finalidades estas diversificadas tais como, recreação, produção de energia, irrigação e produção de biomassa, a situação é muito mais complexa e demanda um conhecimento aprofundado dos processos e mecanismos de funcionamento do sistema.

Cabe a SRH - Cogerh o controle de águas tanto para abastecimento como para os diversos usos a que se destinam. O monitoramento das águas superficiais e subterrâneas é fundamental para manutenção da qualidade da água como para a democratização da quantidade disponível em benefício de toda a população.

#### 4.4 TRAÇADO DO SISTEMA ADUTOR

Na figura 4.2 é apresentado o traçado do sistema adutor proposto, que foi definido no relatório de Estudos Preliminares, item 3.

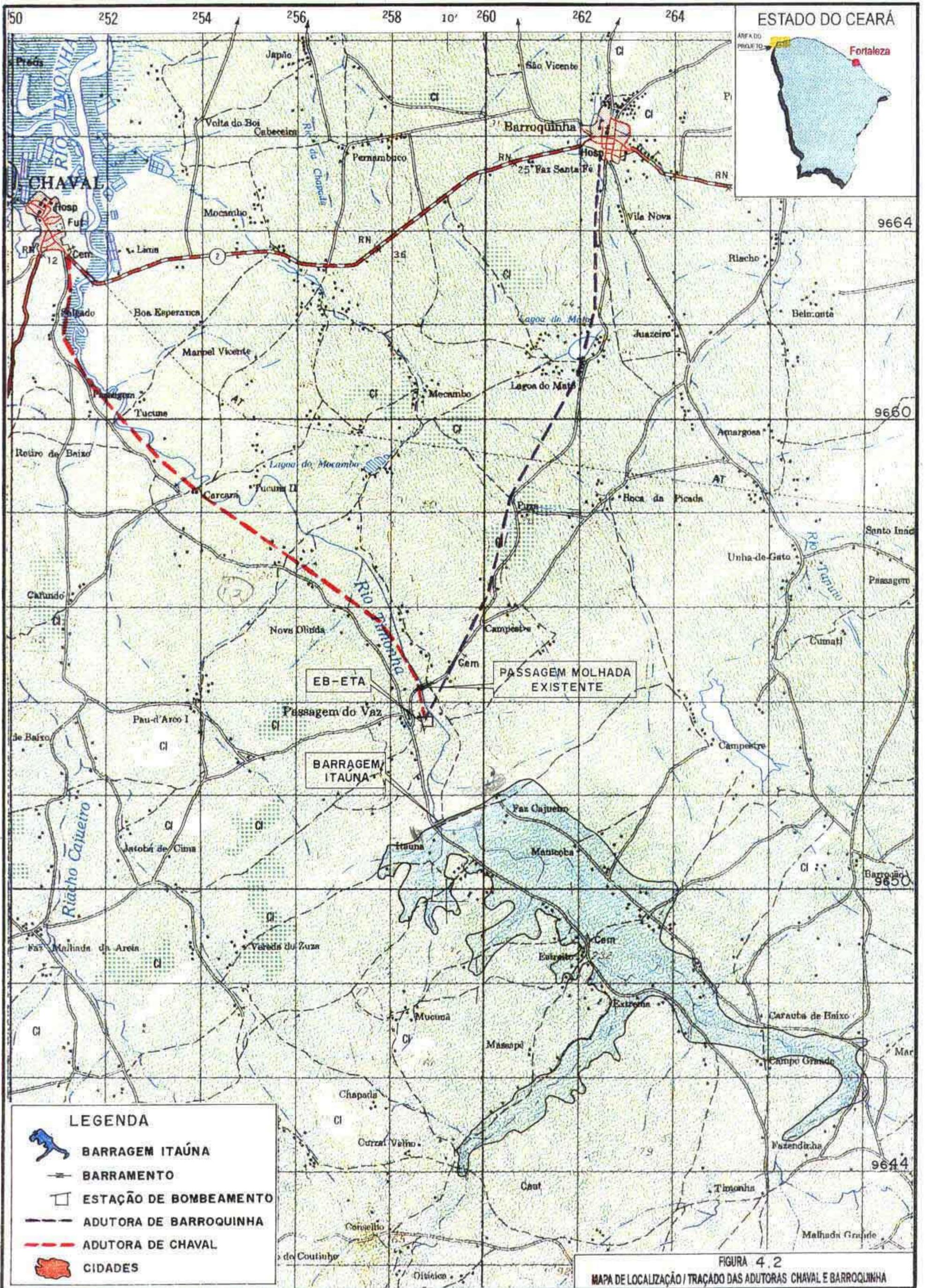
Sempre que possível procurou-se margear a estrada carroçável que liga a cidade de Barroquinha a Barragem da Passagem, o que facilitará não só a manutenção da adutora, como também reduzirá os custos de desapropriação ao longo do seu eixo. O mesmo foi feito para a adutora de água tratada de Chaval.

#### 4.5 CAPTAÇÃO

A captação será feita diretamente do lago formado pela Barragem da Passagem, perto da comunidade Passagem do Vaz que é alimentada pela Barragem Itaúna, a partir de conjunto moto-bomba instalado sobre plataforma flutuante que realizará o recalque através de uma tubulação PEAD até a margem do espelho d'água. A captação recalcará a água até ETA de onde será distribuída através de três adutoras de água tratada.

#### 4.6 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Para aduzir a água do açude até a Estação de Tratamento deverá ser implantada uma linha adutora com aproximadamente 200 m de extensão, cujo o diâmetro e material são definidos no Estudo dos diâmetros econômicos das adutoras.



000031 00031

#### 4.7 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

A estação de tratamento será comum para os três sistemas adutores (Chaval, Barroquinha e Passagem do Vaz) Esta opção apresenta como vantagem a facilidade e economia da operação do sistema

A água do açude Itaúna, apresenta teores moderados de cor e turbidez, podendo seu tratamento ser feito por meio de filtros de areia, de fluxo ascendente, com coagulação prévia, objetivando tornar o sistema mais econômico

A ETA será projetada para que o sistema tenha a capacidade de 48 l/s ou seja 4 147,20 m<sup>3</sup>/dia, incluindo o consumo de água na estação para a lavagem dos filtros, preparação das soluções químicas, etc

#### 4.8 ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA

Serão previstas três adutoras que abastecerão as sedes municipais e a localidade de Passagem do Vaz Na adutora de Barroquinha a vazão destinada a sede será acrescida da vazão necessária ao abastecimento da localidade de Lagoa do Mato

#### 4.9 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

As estações de Bombeamento, uma para cada adutora, recalcarão a água tratada até os reservatórios de acumulação previstos em pontos estratégicos para a distribuição nas cidades

#### 4.10 RESERVAÇÃO

A capacidade de reservação de água tratada deverá ser ampliada em cerca de 500 m<sup>3</sup> para Barroquinha, através da implantação de reservatórios apoiados e elevados, estrategicamente localizados na cidade, a serem projetados e construídos conforme o crescimento da demanda até o horizonte do projeto Para Chaval não há necessidade de implantação de reservatórios pois os existentes são suficientes para suprir a população até o ano 2 016



## 5. ESTUDOS DOS DIÂMETROS ECONÔMICOS

## 5. ESTUDOS DOS DIÂMETROS ECONÔMICOS

### 5.1 ESTUDO DOS DIÂMETROS ECONÔMICOS

#### 5.1.1 Introdução

A opção escolhida, cápta água na barragem de nível existente conhecida como Barragem da Passagem, faz o tratamento em uma única ETA, que se localiza, próximo ao lugarejo homônimo, em uma praça plana, situada a montante da passagem molhada existente

O caminhamento do sistema adutor já aprovado pela SRH foi apresentado no volume "Relatório de Estudos Preliminares" item 3

A seguir será detalhado todo o sistema e apresentado o Caminhamento do Sistema Adutor, (Fig 5.1) e os Perfis topográficos destes caminhamentos (Fig 5.2 e 5.3)

#### 5.1.2 Metodologia de Cálculo

Com os elementos do projeto definidos, através de fórmulas teóricas e dados retirados dos perfis dos caminhamentos das adutoras determinou-se diâmetros, que atendessem aos limites de velocidade econômica como mostrado no quadro 5.1, e a seguir foi realizado o estudo econômico destas adutoras cujos resultados estão nos quadros 5.2 e 5.3

- Vazões utilizadas no cálculo dos diâmetros

As vazões utilizadas para determinação dos diâmetros das adutoras foram as do dia de maior consumo. Em Barroquinha a vazão adotada é de 20,89 l/s e em Chaval de 23,24 l/s

- Cálculo do Diâmetro inicial

$$D = k \sqrt{Q} \quad \text{onde, } k = 1,2,$$

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s

- Cálculo da velocidade

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad \text{onde,} \quad Q = \text{vazão em m}^3/\text{s}$$

D = diâmetro em m

- Cálculo da perda de carga unitária

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \quad \text{onde}$$

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s,  
D = Diâmetro em m,  
C = adimensional

- Potência teórica

$$P = \frac{Q \times H_{man}}{75, \eta} \quad \text{onde,} \quad Q = \text{vazão em l/s}$$

H<sub>man</sub> = altura manométrica (perda de carga ao longo da tubulação + desnível geométrico)

η = rendimento do conjunto de bombeamento foi considerado 0,70

- Potência perdida

$$P_p = \frac{9,8 Q \times \Delta h}{\eta} \quad \text{onde,} \quad Q = \text{vazão em m}^3/\text{s}$$

Δh = altura manométrica em m c a,

η = rendimento do conjunto de bombeamento (0,70)

- Custos das Perdas

$C_p = 7,47 \times P_p \times t_a \times r$ , onde,  $P_p$  = potência perdida em KW

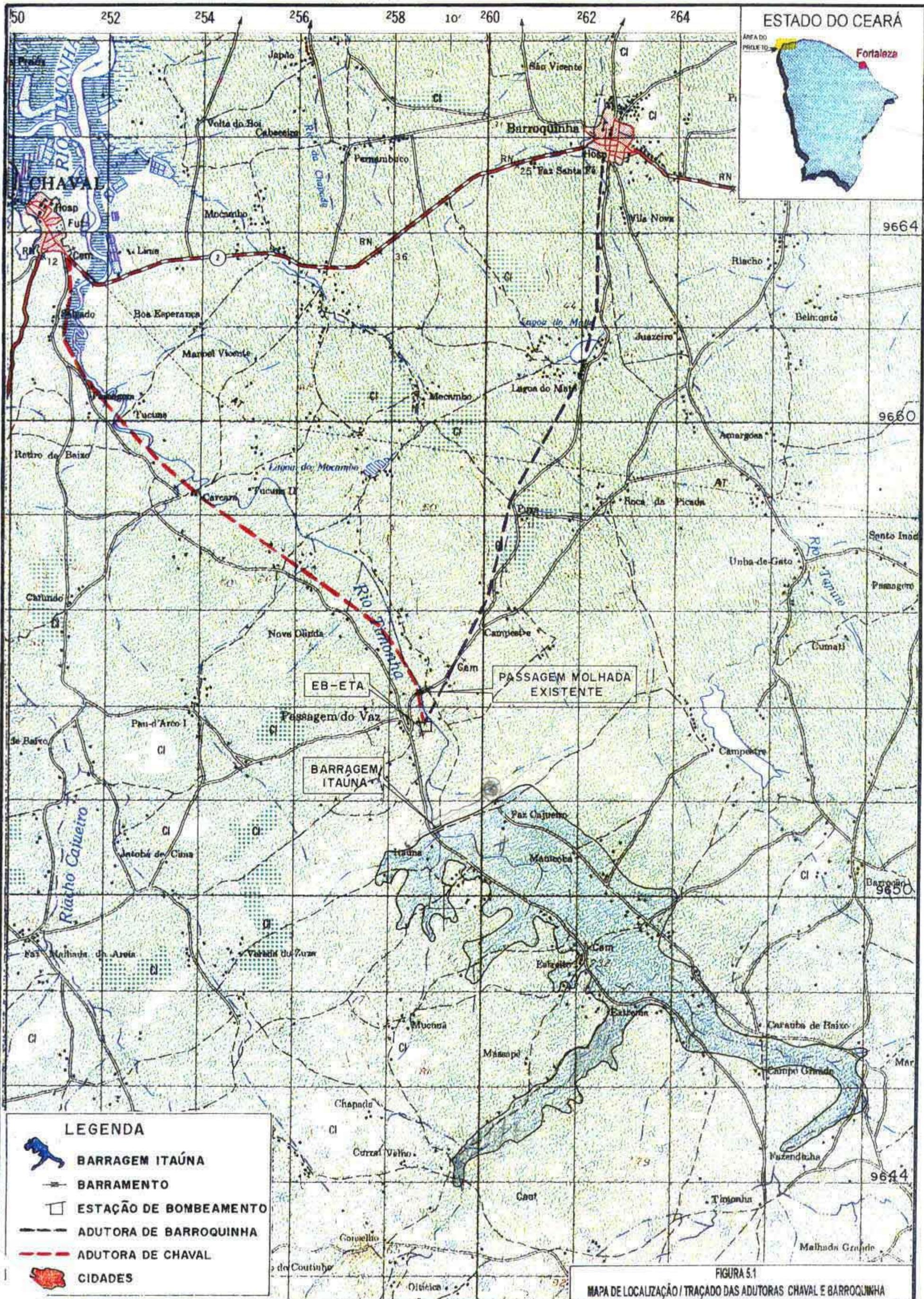
$t_a$  = 8 760 horas,

$r$  = 0,15 R\$/KW-h,

ainda foi considerado

$t$  = vida útil = 20 anos,

$i$  = taxa anual = 12% a a



ESTADO DO CEARÁ



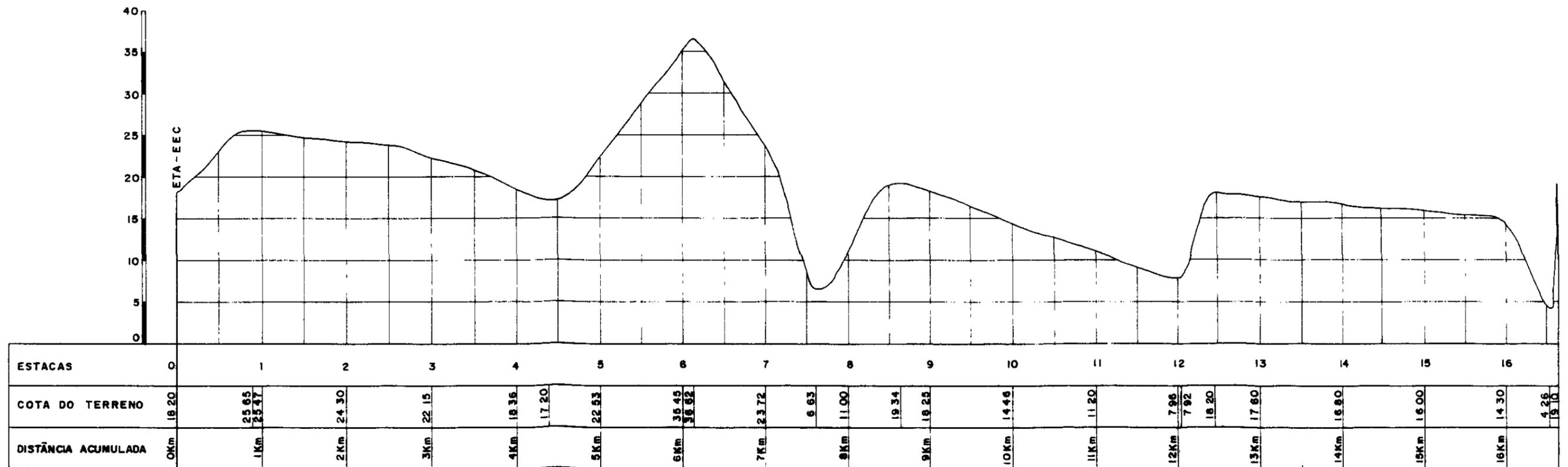
**LEGENDA**

-  BARRAGEM ITAÚNA
-  BARRAMENTO
-  ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO
-  ADUTORA DE BARROQUINHA
-  ADUTORA DE CHAVAL
-  CIDADES

FIGURA 5.1  
MAPA DE LOCALIZAÇÃO / TRAÇADO DAS ADUTORAS CHAVAL E BARROQUINHA

000037

# ADUTORA DE CHAVAL

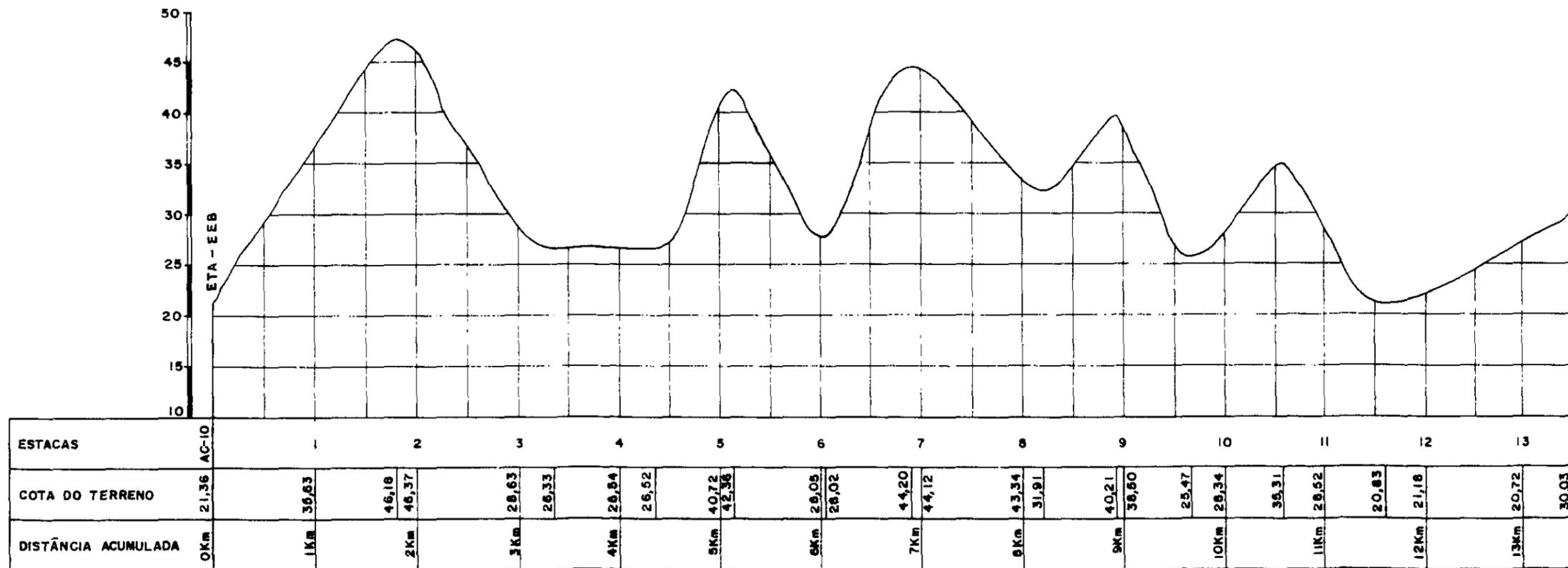


PERFIL LONGITUDINAL  
ESCALA H=1:50 000  
V=1:500  
600038

# ADUTORA DE BARROQUINHA



**CAMINHAMENTO DO SISTEMA ADUTOR**  
 ESCALA — 1 50 000



**PERFIL LONGITUDINAL**  
 ESCALA — H=1 50 000  
 V=1.500

000539

**QUADRO 5.1**  
**CÁLCULO DA VELOCIDADE ECONÔMICA**  
**E POTÊNCIA DE ACIONAMENTO**

TRECHO	VAZÃO (l/s)	VELOCIDADE ECONÔMICA (m/s)	DIÂMETRO (mm)	EXTENÇÃO (m)	PERDA DE CARGA UNITÁRIA C = 130 (m/m)	PERDA DE CARGA AO LONGO DA TUBULAÇÃO (m c a)	DESNIVEL GEOMÉTRICO (m c a)	POTÊNCIA DE ACIONAMENTO (CV)
BARROQUINHA <sup>1</sup>	20,89	1,18	150	13 980	0,0105	146,79	28 14	70
		0,67	200		0,0026	36,35		26
		0,43	250		0,0009	12,58		17
CHAVAL	23,24	1,32	150	16 485	0,0128	211,01	9,72	98
		0,74	200		0,0031	51,1		27
		0,47	250		0,0011	18,13		13

1 - Incluindo Lagoa do Mato

**QUADRO 5.2**  
**ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA DE BARROQUINHA**

PROJETO ADUTORA DE BARROQUINHA			Taxa anual, $i = 12\%$ Vida útil, $n = 20$ anos Custos, Kw-h, $r = R\$ 0,15$		Extensão 13 980 m Vazão, 20,89 l/s Materia para estudo F <sub>o</sub> F <sub>g</sub>		
DIÂMETRO (mm)	ESPESSURA (mm)	CUSTO DO TUBO (R\$/m)	CUSTO TOTAL DO TUBO (R\$)	$\Delta h$ (mca)	POTÊNCIA PERDIDA (KW)	CUSTO ANUAL DAS POTÊNCIAS PERDIDAS (R\$)	CUSTO GLOBAL ATUALIZADO (R\$)
150	5,2	45,80	640 284,00	174,93	51,16	502,165,00	1 142 449,00
200	5,4	65,20	911 496,00	64,49	18,86	185,122,00	1 096 618,00
250	5,5	89,10	1 245 618,00	40,72	11,91	116 904,00	1 362 522,00

**QUADRO 5.3**  
**ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA DE CHAVAL**

<b>PROJETO ADUTORA DE CHAVAL</b>		Taxa anual, $i = 12\%$		Extensão 16 485 m	
		Dados		Vida útil, $n = 20$ anos	
				Vazão, 23,24 L/s	
				Custos, Kw-h, $r = R\$ 0,15$	
				Materia para estudo $F_g F_e$	

DIÂMETRO (mm)	ESPESSURA (mm)	CUSTO DO TUBO (R\$/m)	CUSTO TOTAL DO TUBO (R\$)	$\Delta h$ (mca)	POTÊNCIA PERDIDA (KW)	CUSTO ANUAL DAS POTÊNCIAS PERDIDAS (R\$)	CUSTO GLOBAL ATUALIZADO (R\$)
150	5,2	45,80	755,013,00	220,73	71,82	704 955,00	1 459 968,00
200	5,4	65,20	1 074 822,00	60,82	19,79	194 250,00	1 269 072,00
250	5,5	89,10	1 468 813,50	27,85	9,06	88 929,00	1 557 743,00

000042



### 5.1.3 Conclusões

Ao analisar os quadros 5.2 e 5.3, nota-se que a solução mais econômica nas duas adutoras é quando se utiliza uma tubulação de 200 mm

Face ao exposto será este diâmetro adotado para o desenvolvimento do projeto



## 6. DETALHAMENTO DO PROJETO

## 6. DETALHAMENTO DO PROJETO

### 6.1 GENERALIDADES

Conforme o exposto no Capítulo anterior o diâmetro de 200 mm revela-se o mais econômico, e será adotado para o detalhamento do projeto. O material escolhido, face as pressões dos golpes de arietes, estudados mais adiante, foi o ferro fundido dúctil.

### 6.2 VAZÕES DE PROJETO

#### ADUTORA DE CHAVAL

- Vazão média	19,37 l/s
- Vazão do dia de maior consumo	23,24 l/s

#### ADUTORA DE BARROQUINHA

- Vazão média	17,41 l/s
- Vazão do dia de maior consumo	20,89 l/s

#### ADUTORA DE PASSAGEM DO VAZ

- Vazão média	1,42 l/s
- Vazão do dia de maior consumo	1,70 l/s

#### ADUTORA DE AGUA BRUTA

- Vazão média	38,20 l/s
- Vazão do dia de maior consumo	45,83 l/s
- Vazão do cálculo	48,00 l/s

## 6.3 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O sistema de adução é composto de uma captação flutuante, de uma adutora de água bruta, uma Estação de Tratamento d'água localizada no final da adutora de água bruta, na localidade denominada Passagem do Vaz, três Estações de Bombeamento que pressurizam as três adutoras de Água Tratada, que abastecem as cidades de Chaval, Passagem do Vaz e Barroquinha. Ao final desta última foi projetada uma estação elevatória que recalca a água para um reservatório elevado de 100m<sup>3</sup> que abastece a cidade. O sistema prevê ainda o abastecimento do povoado Lagoa do Mato a cerca de oito quilômetros da ETA através de uma derivação para um chafariz.

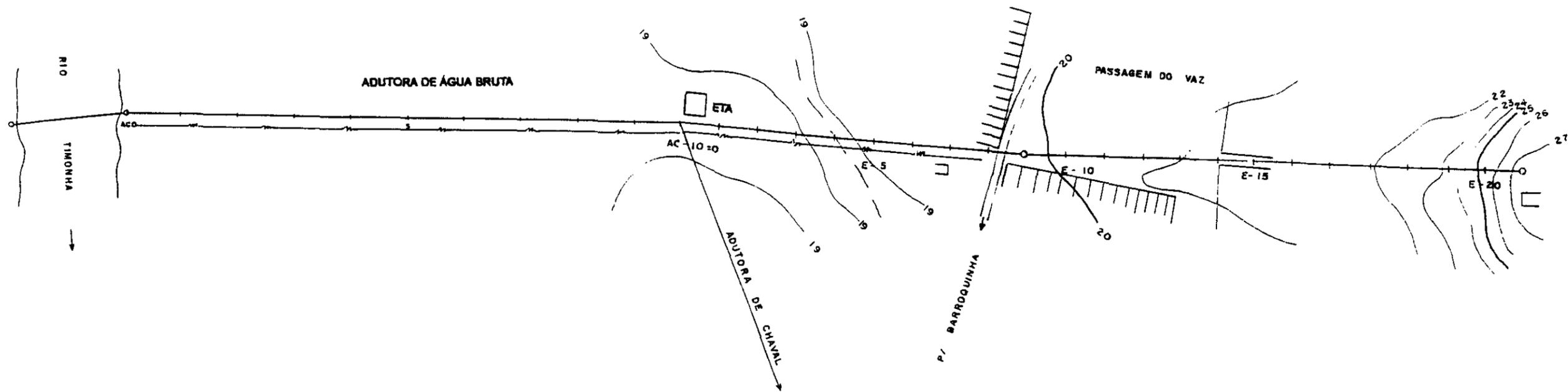
A Figura 6.1 a seguir mostra um esquema do sistema de adução proposto.

### 6.3.1 Captação

O local de captação escolhido, conforme definido anteriormente, é o lago formado por uma pequena barragem, na realidade uma passagem molhada sobre o rio Timonha. A água represada neste local tem a barragem Itaúna como fonte hídrica.

A captação é composta de

- Um flutuante com um conjunto eletro-bomba vertical com sino de sucção
- Tubo PEAD ( polietileno de alta densidade ) com comprimento de 20 m e DN 250 - PN 10
- Flutuadores para tubo PEAD espaçados de 4m
- Sistema elétrico, composto de uma subestação elétrica padrão e quadro de comando e proteção, instalados na ETA
- Na margem do plano d' água foi previsto um cavalete para fazer a transição entre o tubo PEAD e o tubo fixo enterrado que aduzira a água até a ETA - ( Ver detalhe planta ADA 01/01 - No tomo II - Volume 2 - Parte A )



605547 20047

**FIGURA 6.1**  
 ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D' ÁGUA  
 CIDADES DE CHIVAL, BARROQUINHA E PASSAGEM DO VAZ



- Foi também previsto um conjunto eletro-bomba de reserva, guardado no almoxarifado da ETA

As principais características da Estação Elevatória da Captação de água bruta são descritas a seguir

- Localização	Rio Timonha
- Vazão total (l/s)	48 l/s
Nº de bombas, em operação	01 un
- Nº de bombas reserva	01 un
Cota do NA mínimo	18.27 m
- Altura Manométrica	12,09
- Eficiência adotada	77 %
- Potência Unitária	12 cv
Rotação	1500 rpm
- Subestação	15 kva

### 6.3.2 Estação Elevatórias

Para o dimensionamento das bombas das elevatórias utilizou-se a metodologia descrita a seguir

#### 6.3.2.1 Cálculo das perdas de carga nas adutoras

- Vazão de dimensionamento

A vazão de dimensionamento é a referente ao valor médio no dia de maior consumo

$$Q = \frac{KxPxq \text{ (l / s)}}{86400}$$

- Velocidade no tubo

A velocidade no tubo será

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} (m/s)$$

A velocidade deve estar dentro dos limites aceitáveis para linha de recalque,  $0,60 < V < 2.40$  m/s, e dentro dos limites da velocidade econômica,  $0,57 V_e < 1,28$  m/s

- Perda de Carga Unitária

A perda de carga unitária é calculada pela fórmula de Hazen-Williams

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$$

Onde, J é a perda de carga unitária, m/m.

C é o coeficiente que depende de natureza das paredes do tubo ( adimensional ),

- Perda de Carga na adutora

A perda de carga ao longo da adutora será calculada segundo a seguinte expressão

$$\Delta h = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

onde L é o comprimento total do trecho

- Perda de carga localizada

Para as peças especiais, as perdas de carga são calculadas utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams, considerando seus comprimentos equivalentes

Perda de Carga Total

E o somatório da perda de carga do trecho mais a perda de carga localizada

$$\Delta h_t = \Delta h_s + \Delta h_r + \Delta h_l$$

$$\Delta h_l = K Q^{1,85}$$

Utilizando a sequência de formulas acima em todos os bombeamentos teremos como resultado o Quadro 6 1 a seguir

**QUADRO 6 1**  
**PERDAS DE CARGA E ALTURAS MANOMÉTRICAS TOTAIS**

Trecho	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Expressão da perda de carga em função de Q (m3/s)	Perda de Carga (mca)	Altura manométrica total Hmt (mca)
Flutuante/ETA	48,00	250	0,98	200,00	$575 \times Q^{1,85}$	2,09	12,09
ETA /Passagem do Vaz	1,70	50	0,87	450,00	$1\ 365\ 626\ Q^{1,85}$	10,27	34,38
ETA /Chaval	23,24	200	0,74	16\ 495,00	$54\ 619 \times Q^{1,85}$	51,87	61,87
ETA/ RA Barroquinha	20,89	200	0,67	13980,00	$46\ 320 \times Q^{1,85}$	36,11	65,11
RA a RE de Barroquinha	20,89	150	1,18	25,00	$1\ 4\ 480 \times Q^{1,85}$	1,15	16,15

As Figuras 6 2 a 6 6 mostram as curvas dos sistemas que determinarão, conjuntamente com as curvas características das bombas, os pontos de trabalho das bombas escolhidas. O fornecedor deverá apresentar as curvas dos sistemas x bombas e indicar

- As potências das bombas
- Os diâmetros dos rotores
- Os rendimentos dos conjuntos eletro-bombas para os pontos de trabalhos determinados

No capítulo 6 3 2 4 estão indicadas as potências sugeridas para atender aos dados fornecidos, e os desenhos relativos a cada estação elevatória estão no Tomo II - Volume 1

### 6.3.2.2 Captação – (AGUA BRUTA)

O quadro 6.2 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na tubulação, desde a captação flutuante até a entrada da câmara de carga da ETA, em função da Vazão

**QUADRO 6.2  
PERDA DE CARGA EM FUNÇÃO DA VAZÃO**

VAZÃO		Hmt (mca)
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	FoFo
0,00	0,000	10,00
18,00	0,005	10,03
36,00	0,010	10,11
54,00	0,015	10,24
72,00	0,020	10,41
90,00	0,025	10,63
108,00	0,030	10,88
126,00	0,035	11,16
144,00	0,040	11,49
162,00	0,045	11,85
180,00	0,050	12,25
198,00	0,055	12,69
216,00	0,060	13,16

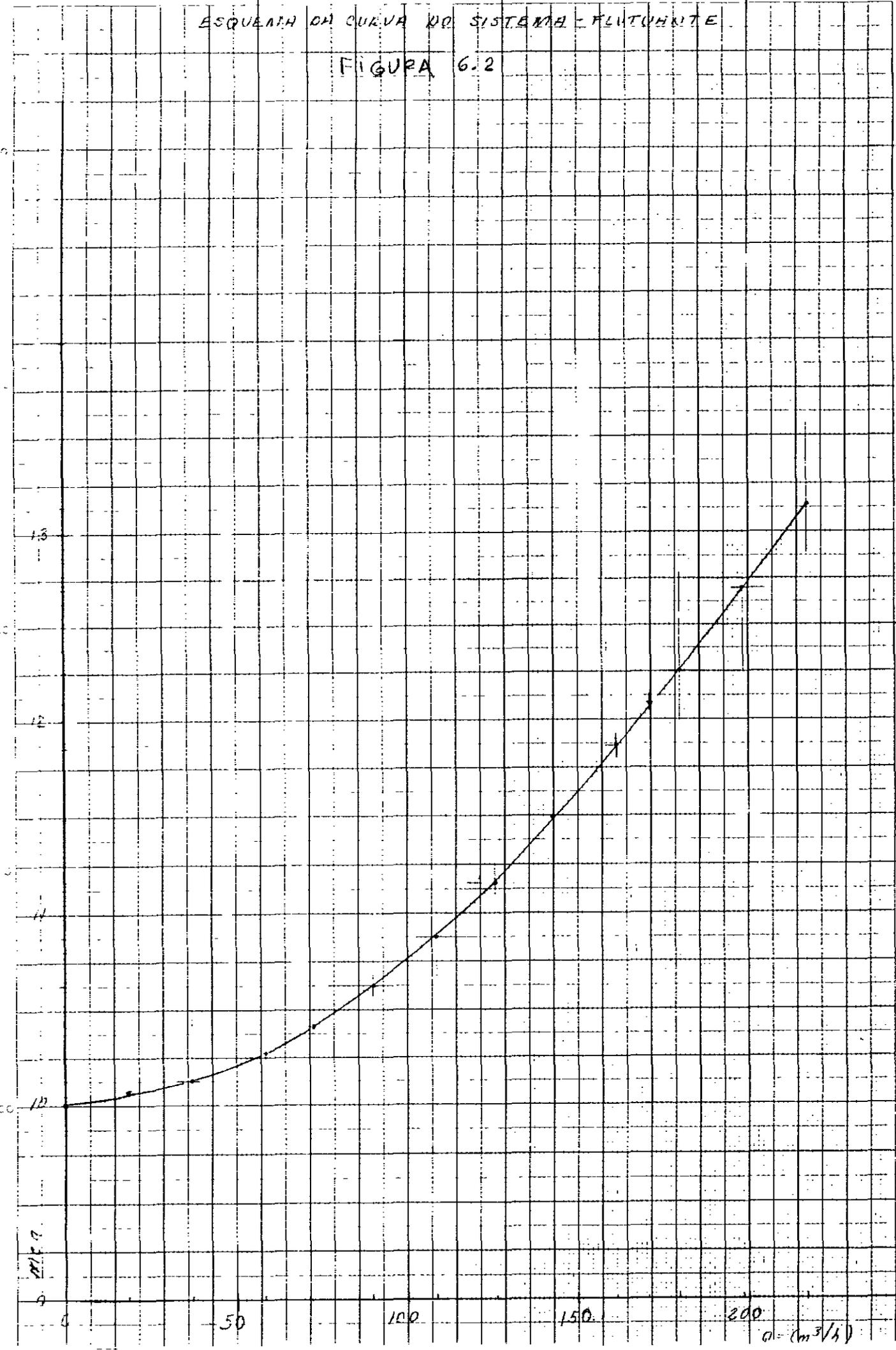
Os dados de projetos são descritos a seguir

- Cota do NA mínimo na captação 18,27 m
- Cota do NA mínimo na câmara de carga 25,31 m
- Desnível geométrico 7,04 m
- Desnível geométrico adotado 10,00 m
- Vazão total para cálculo da tabulação 48 l/s
- Altura manométrica na vazão 48l/s 12,09 m

ESQUEMA DA CURVA DO SISTEMA - FLUTUANTE

FIGURA 6.2

250  
200  
150  
100  
50  
0  
10  
0  
0  
50  
100  
150  
200



Q - (m³/s)

### 6.3.2.3 Estações Elevatórias de água tratada

As características das Estações Elevatórias de água tratada são descritas a seguir

Denominação	EEC	EEB	EEV
Localização	Passagem do Vaz	Passagem do Vaz	Passagem do Vaz
Vazão total ( l/s )	23,24	20,89	1,70
Nº de bombas, em operação	01	01	01
Nº de bombas reservas	01	01	01
Cota de NA mínimo ( m )	18,41	18,41	18,21
Altura Manométrica ( m )	61,87	61,87	34,38
Eficiência adotada ( % )	70	70	40
Potência unitária ( cv )	30	30	3
Rotação ( rpm )	3500	3500	1500
Subestação ( KVA )			15

- PASSAGEM DO VAZ - EEV

O quadro 6.3 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na tubulação desde a sucção até a entrada do reservatório elevado em função de vazão

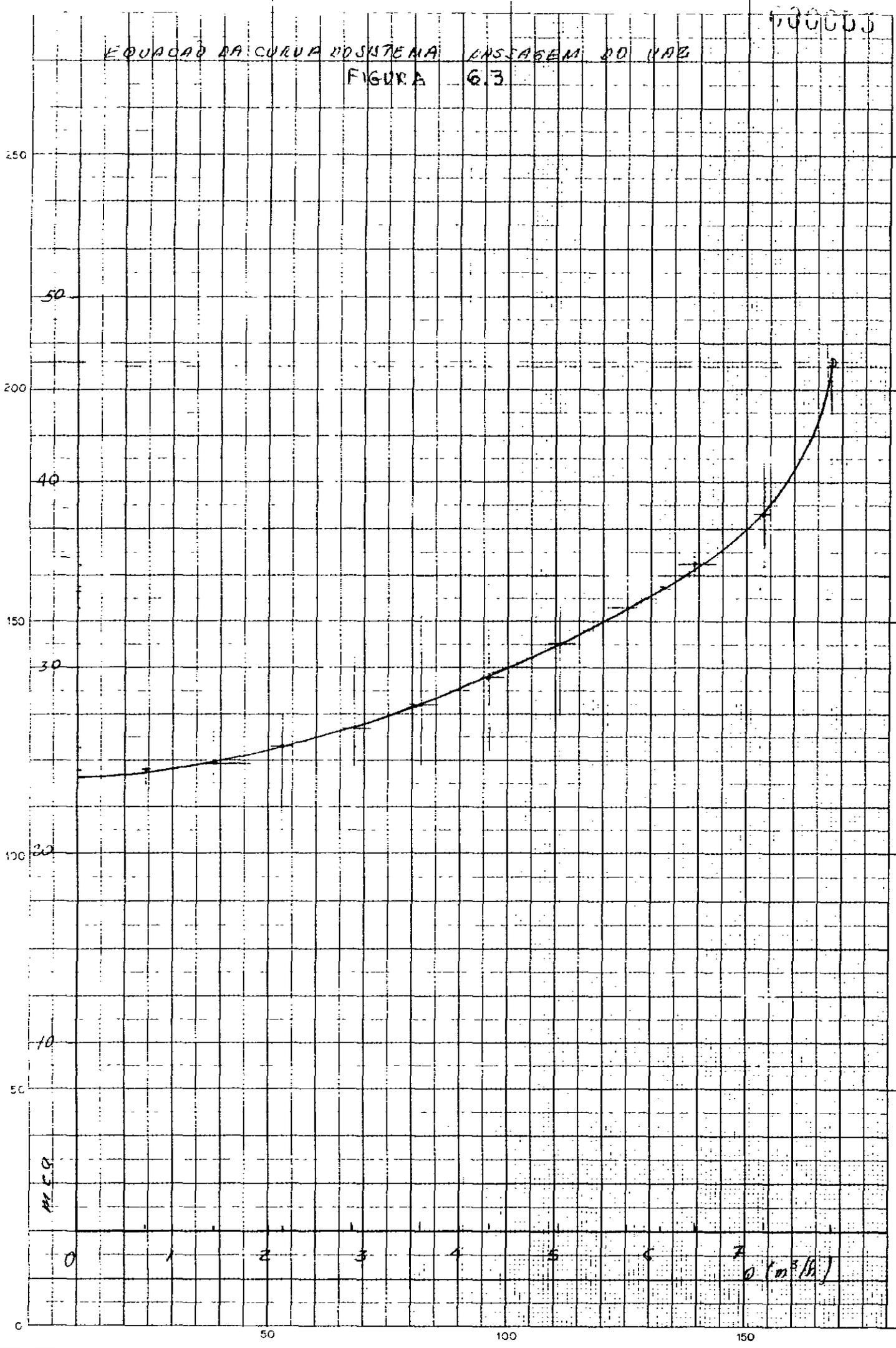
**QUADRO 6.3**  
**PERDA DE CARGA EM FUNÇÃO DA VAZÃO**

VAZÃO		Hmt ( mca)
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	FoFo
0,00	0,0000	24,11
0,72	0,0002	24,31
1,44	0,0004	24,82
2,16	0,0006	25,61
2,88	0,0008	26,66
3,60	0,0010	27,96
4,32	0,0012	29,50
5,04	0,0014	31,28
5,76	0,0016	33,29
6,48	0,0018	35,53
7,20	0,0020	37,99
7,92	0,0022	40,66

Os dados de projetos são descritos a seguir

– Cota do NA mínimo na Estação Elevatória	18,21 m
– Cota do NA máximo Reservatório elevado	42,32 m
– Desnível geométrico	8,11 m
– Desnível geométrico adotado	24,11 m
– Vazão total para cálculo da tabulação	1,70 l/s
– Altura manométrica na vazão 1,70 l/s	34,38 m

EQUAÇÃO DA CURVA DO SISTEMA ENSAIO DO VAB  
FIGURA 6.3



- BARROQUINHA - RA a RE

O quadro 6 4 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na tubulação desde a sucção ate entrada do reservatório em função do Vazão

**QUADRO 6 4**  
**PERDA DE CARGA EM FUNÇÃO DA VAZÃO**

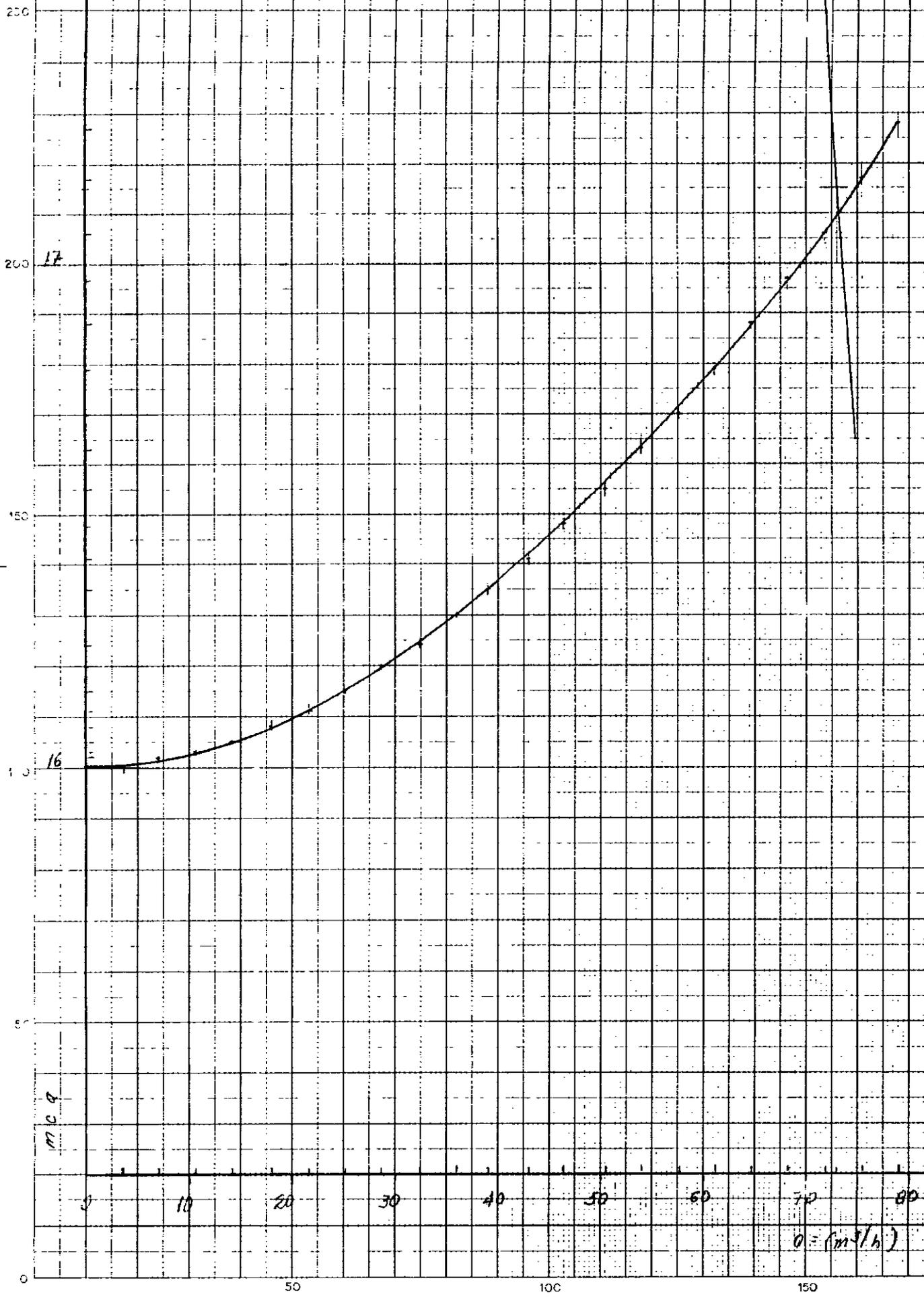
VAZÃO		Hmt ( mca)
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	FoFo
0,00	0,0000	16,00
3,60	0,0001	16,00
7,20	0,0002	16,02
10,80	0,0003	16,03
14,40	0,0004	16,05
18,00	0,0005	16,08
21,60	0,0006	16,11
25,20	0,0007	16,15
28,80	0,0008	16,20
32,40	0,0009	16,24
36,00	0,0010	16,30
39,00	0,0011	16,35
43,20	0,0012	16,41
46,80	0,0013	16,48
50,40	0,0014	16,55
54,00	0,0015	16,63
57,60	0,0016	16,70
61,20	0,0017	16,79
64,80	0,0018	16,88
68,40	0,0019	16,97
72,00	0,0020	17,06
75,60	0,0021	17,17
79,20	0,0022	17,27

Os dados de projetos são descritos a seguir

- Cota do NA mínimo na Estação Elevatória	29,03 m
- Cota do NA máximo Reservatório elevado	45,03 m
- Desnível geométrico	16,00 m
-- Desnível geométrico adotado	16,00 m
- Vazão total para cálculo da tabulação	20,89 l/s
- Altura manométrica na vazão 20,89 l/s	17,15 m

EQUAÇÃO DA CURVA DO SISTEMA - RA  $\Rightarrow$  RE

FIGURA 6.4



- CHAVAL - EEC

O quadro 6.5 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na tubulação desde a sucção até entrada do reservatório apoiado em função do Vazão

**QUADRO 6.5**  
**PERDA DE CARGA EM FUNÇÃO DA VAZÃO**

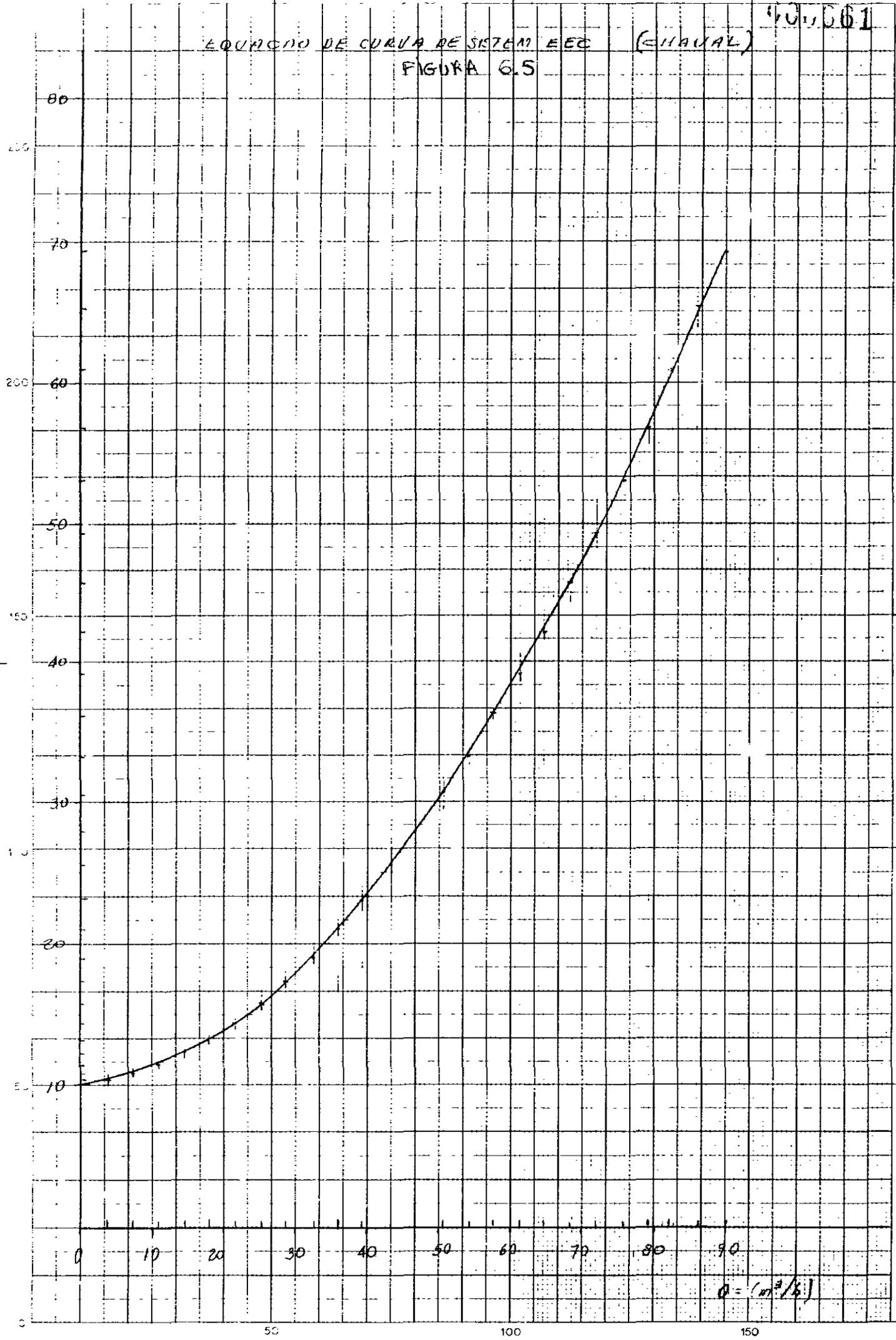
VAZÃO		Hmt (m.c.a)
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	F <sub>0</sub> F <sub>0</sub>
0,00	0,000	10,00
3,60	0,001	10,15
7,20	0,002	10,55
10,80	0,003	11,17
14,40	0,004	12,00
18,00	0,005	13,02
21,60	0,006	14,24
25,20	0,007	15,63
28,80	0,008	17,21
32,40	0,009	18,97
36,00	0,010	20,90
39,60	0,011	23,00
43,20	0,012	25,27
46,80	0,013	27,71
50,40	0,014	30,31
54,00	0,015	33,07
57,60	0,016	36,00
61,20	0,017	39,09
64,80	0,018	42,33
68,40	0,019	45,73
72,00	0,020	49,29
75,60	0,021	53,00
79,20	0,022	56,86
82,80	0,023	60,88
86,40	0,024	65,05
90,00	0,025	69,37

Os dados do Projeto são descritos a seguir

- Cota do N A mínimo na EEC	18,21 m
Cota do N A máximo no Reservatório Apoiado	24,39 m
- Desnível geométrico	6.18 m
- Desnível geométrico adotado	10.00 m
- Vazão total para cálculo da adutora	23,24 l/s
- Altura manométrica na vazão 23,24 l/s	61,87 m

EQUACIONO DE CURVA DE SISTEM EEC (CANAL)  
FIGURA 6.5

10.061



- BARROQUINHA - EEB

O quadro 6.6 mostra a planilha de cálculo das perdas de cargas na adutora de Barroquinha desde a sucção até a entrada do reservatório apoiado, em função de Vazão

**QUADRO 6.6  
PERDA DE CARGA EM FUNÇÃO DA VAZÃO**

VAZÃO		Hmt (m.c a)
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	FoFo
0,00	0,000	29,00
3,60	0,001	29,23
7,20	0,002	29,47
10,80	0,003	30,00
14,40	0,004	30,70
18,00	0,005	31,56
21,60	0,006	32,59
25,20	0,007	33,78
28,80	0,008	35,12
32,40	0,009	36,61
36,00	0,010	38,24
39,00	0,011	40,02
43,20	0,012	41,95
46,80	0,013	44,02
50,40	0,014	46,22
54,00	0,015	48,57
57,60	0,016	51,05
61,20	0,017	53,67
64,80	0,018	56,42
68,40	0,019	59,30
72,00	0,020	62,32
75,60	0,021	65,46
79,20	0,022	68,74

000062

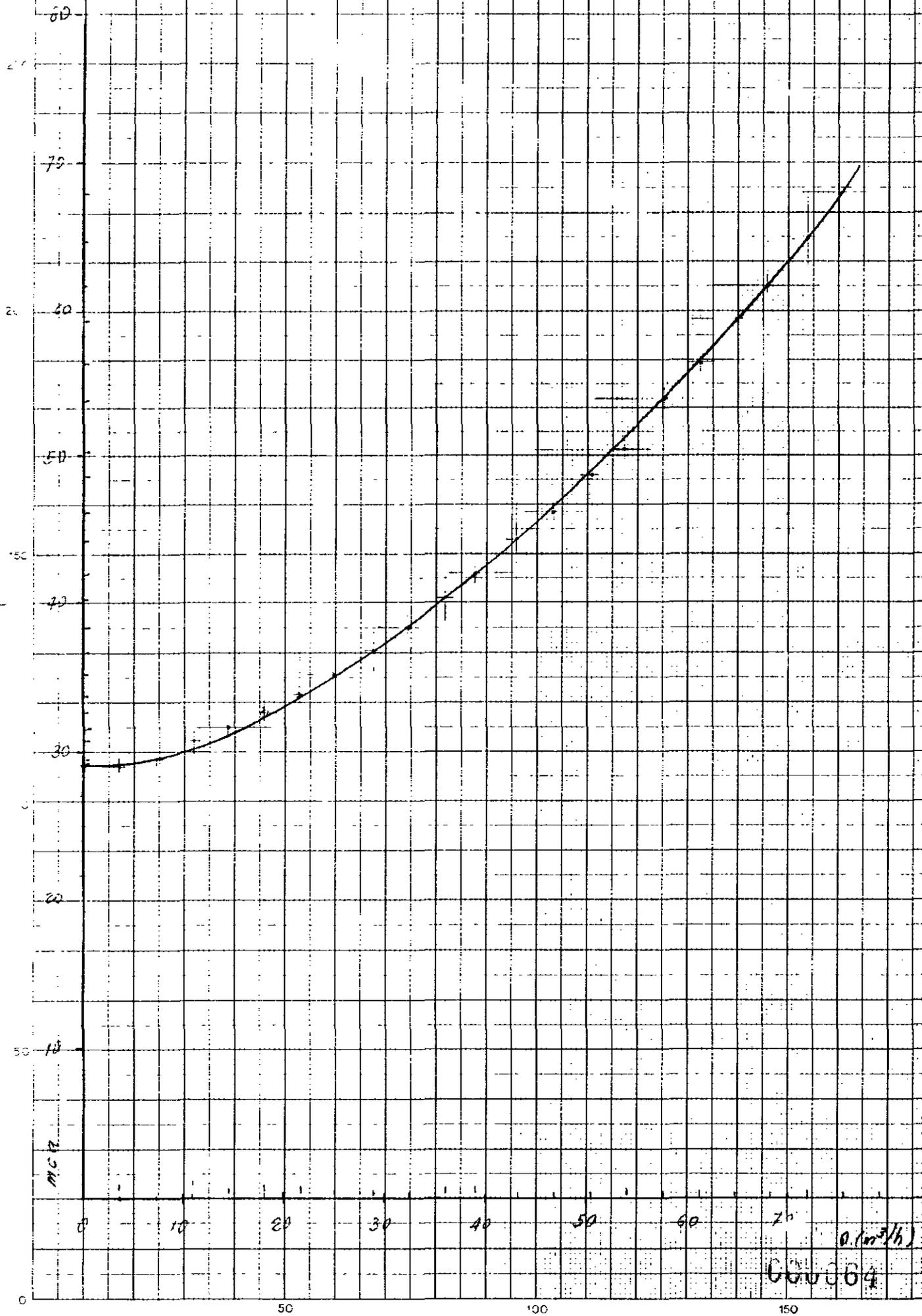


Os dados do Projeto são descritos a seguir

- Cota do N A mínimo na EEB	18,21 m
- Cota do N A máximo no Reservatório Aporado	33,03 m
- Desnível geométrico	14,82 m
- Desnível geométrico adotado	29,00 m
- Vazão total para cálculo da tubulação	20,89 l/s
- Altura manométrica na vazão 20,89 l/s	65,11 m

ESTIMADA DA CURVA SISTEMA EEB - (BARROQUINHA)

FIGURA 3.6



000064

### 6.3.2.4 Potência sugerida

- Dados

Número de bombas

N = 01 + 01 (Reserva e Rodízio)

Ponto de trabalho

**QUADRO 6.7 – RESUMO DOS DADOS**

Trecho	Q (m <sup>3</sup> /h)	H <sub>man</sub> (mca)	t (h)	η (%)
Flutuante	172,80	12,09	24	77
Passagem do Vaz	6,12	34,38	24	40
RA ⇒ RE Barroquinha	75,20	16,15	24	81
EEC	83,664	61,87	24	70
EEB	75,204	65,11	24	70

Potência total (motriz - de acionamento - comercial)

$$P = \frac{\gamma Q_{H_{man}}}{75 \times \eta} \quad \text{onde } \gamma \text{ é o peso específico da água, kg/m}^3,$$

$\eta$  é o rendimento global do conjunto elevatório.

Q é a Vazão. m<sup>3</sup>/s

- Potências

**QUADRO 6.8 POTÊNCIAS**

Trecho	P <sub>m</sub> (cv)	P <sub>a</sub> (cv)	P <sub>c</sub> (cv)
Flutuante ⇒	10,05	12,06	12
Passagem do Vaz	1,95	2,93	3
RA ⇒ RE Barroquinha	5,55	6,66	7,5
EEC	27,39	30,13	30
EEB	25,91	28,50	30

- Transformadores

$$T = \frac{P_a \times 0,736}{0,85}$$

**QUADRO 6 9 TRANSFORMADORES**

Trecho	T <sub>t</sub> (KVA)	T <sub>c</sub> (KVA)
Flutuante	10,39	15
Passagem do Vaz	2,54	15
RA → RE Barroquinha	5,77	15
EEC	26,09	30
EEB	24,68	30

- **POÇOS DE SUÇÃO**

Volume útil do poço de sucção

$V = Q \times T$  onde  $V$  é o volume útil de sucção, m<sup>3</sup>,

$Q$  é a vazão de bomba. m<sup>3</sup>/min,

$T$  é o tempo de detenção no poço, 20 min

**QUADRO 6 10 – VOLUME DO POÇO**

Trecho	V <sub>util</sub> (m <sup>3</sup> )	V.adotado (m <sup>3</sup> )
Flutuante	-	não há poço de sucção
Passagem do Vaz	3	3
RA → RE Barroquinha	25	25
EEC	27,88	27,00
EEB	25,07	27,00

### 6 3 3 Adutoras

O sistema compõe-se de três (3) adutoras descritas a seguir e cujas principais características são indicadas no quadro 6 11 mais adiante

- **ADUTORA DE ÁGUA BRUTA**

A adutora de água bruta projetada com extensão de 240 m (40 m de tubo PEAD e 200 m de tubo FoFo) e DN 200 mm é totalmente enterrada com recobrimento de 0,90 m O perfil longitudinal e caminhamento estão no desenho ADA 01/01 do Volume II - Tomo 2 - Parte A

- ADUTORA DE BARROQUINHA

Inicia-se na ETA e finde-se no reservatório apoiado de 400 m<sup>3</sup> que abastecerá a cidade. Tem comprimento total de 13,98 km, diâmetro nominal de 200 mm e foi projetada enterrada em tubos de Ferro Fundido (FoFo). O perfil longitudinal e caminhamento estão nas plantas ADB 01/13 a ADB 13/13 do Volume II Tomo 02 Parte B.

- ADUTORA DE CHAVAL

Iniciando-se também na ETA tem 16,485 km de extensão com diâmetro nominal de 200 mm. Prevista em FoFo esta adutora é aérea da estaca 116 até a estaca 762, ou seja por cerca de 12,92 Km, e enterrada em 3,74 Km entre as estacas 0 a 116 e 762 a 830. O perfil longitudinal e caminhamento estão nas plantas ADC 01/15 a ADC 15/15 do Volume II Tomo 02 - Parte A.

- ADUTORA PASSAGEM DO VAZ

Esta adutora de diâmetro nominal 50 mm em FoFo tem comprimento igual a 440 m. Inicia-se na ETA e termina no reservatório elevado que abastecerá a cidade por gravidade. O perfil longitudinal e caminhamento estão mostrados na planta ADP 01/01 do Volume II - Tomo 02 - Parte A.

## CARACTERÍSTICAS DAS ADUTORAS

As principais características das adutoras do sistema projetado são descritas a seguir.

QUADRO 6 11 - CARACTERISTICAS DAS ADUTORAS

Denominação	AF	AC	AB	AV
Início do trecho	CAP FLUT	EEC ETA	EEB ETA	EEV ETA
Fim do trecho	Eta	Chaval	Barroquinha	Passagem do Vaz
Comprimento (m)	240	16 485	13 980	440
Vazão (l/s)	48,00	23,24	20,89	1,70
Diâmetro (mm)	250	200	200	50
Velocidade (m/s)	0,98	0,74	0,67	0,87
Cota Piez montante (m c a )		118,20	123,39	
Cota Piez jusante (m c a )		21,39	30,03	
Pressão máxima de serviço (m c a )		97,75	102,23	60
Estação de bombeamento	Flutuante	Fixa	Fixa	Fixa

### 6 3 3 1 Órgãos e Acessórios de Proteção da Canalização

#### a) Registros de descarga e Ventosas

Os registros de descargas estão localizados nos pontos mais baixos da canalização, a fim de permitir o esvaziamento do trecho da linha quando necessário

Para o cálculo de sua dimensão usou-se a expressão

$$d > D/6.$$

Onde *D* é diâmetro de adutora

DISCRIMINAÇÃO TRECHO	d (mm)	DIÂMETRO COMERCIAL ADOTADO (mm)	Nº TOTAL DOS REGISTROS
CHAVAL	33	50	17
BARROQUINHA	33	50	11

As ventosas estão localizadas nos pontos mais elevados da tubulação, onde ocorre a mudança de declividade de ascendente para descendente. As ventosas permitem retirar o ar existente na canalização durante o seu enchimento e expulsar o ar acumulado nos pontos altos durante o próprio funcionamento. Admitem também, uma quantidade suficiente de ar durante o esvaziamento a fim de evitar a formação de sifões, bem como manter a pressão de esvaziamento dentro dos limites previstos em projeto evitando assim o esmagamento da tubulação.

As ventosas deverão ser automática de tríplice função.

Para o seu dimensionamento usou-se a expressão

$d > D/8$ , onde  $D$  é o diâmetro de tubulação de adutora.

TRECHO	d (mm)	DIÂMETRO COMERCIAL ADOTADO (mm)	Nº TOTAL DE VENTOSAS TRÍPLICE FUNÇÃO
CHAVAL	25	50	16
BARROQUINHA	25	50	10

#### b) Deflexões permissíveis

Sempre que necessário o assentamento dos tubos poderá ser feito com pequenas deflexões. A deflexão máxima na bolsa de tubo varia de diâmetro para diâmetro e de material para material. Ver à respeito o catálogo do fabricante, as Especificações do projeto e as Normas Brasileiras.

No caso de tubulação de ponta e bolsa com junta elástica a junta elástica permite formar curvas de grande raio sem a utilização de curvas específicas.

Os tubos devem ser assentados em posição de perfeito alinhamento, somente após a montagem completa da junta é que se poderá dar a deflexão até a máxima indicada pelo fabricante.



### c) Dimensões das Valas

Foram adotadas as seguintes dimensões

- Profundidade mínima (0,90+D)m
- Largura da vala (0,60+D)m

### d) Declividade

Para que o ar se localize no ponto mais elevado, a canalização obedeceu ao limite da declividade de acordo com a fórmula

$$I > \frac{1}{2000D} (m/m)$$

DISCRIMINAÇÃO TRECHO	DIÂMETRO(mm)	DECLIVIDADE MÍNIMA (m/m)
CHAVAL	200	0,0025
BARROQUINHA	200	0,0025
PASSAGEM DO VAZ	200	0,0025

Procurou-se projetar a adutora com declividades contínuas positivas (+) ou negativas (-). evitando-se ao máximo mudanças de sentido, acarretando com isso um volume de escavação maiores em alguns trechos, mas diminuindo em consequência o número de peças, como ventosas e registros de descarga, representando uma economia significativa

### e) Pressões Máximas de Serviço

Ao escolher a Classe de pressão dos tubos é necessário considerar vários fatores, em particular a pressão interna. Um outro fator muito importante é relativo às cargas

ovalizantes aplicadas sobre o tubo devido a altura de recobrimento e às eventuais cargas rodantes

As pressões internas máximas admissíveis nos tubos dependem

- da espessura da parede do tubo (da classe do tubo) isto é, do valor de coeficiente K.
- do diâmetro nominal DN da canalização

O quadro a seguir mostra as várias pressões a que serão submetidos os tubos de FoFo 200 mm adotados

Discriminação Trecho	Diâmetro Nominal (DN)	pressões máximas de serviços sem sobre pressão (MPa)	Pressões máximas de serviços com sobre pressão (MPa)	pressão máxima de teste do campo (MPa)
CHAVAL	200	1,00	1,20	1,70
BARROQUINHA	200	1,00	1,20	1,70

#### f) Golpe de Aríete

Nas linhas de recalque pressurizadas por motores elétricos, o caso mais importante de golpe de aríete e o que se verifica logo após uma interrupção de fornecimento de energia elétrica. Tal interrupção, provoca uma variação de pressão acima e abaixo do valor de funcionamento normal dos condutos forçados em consequência das mudanças de velocidades da água

O golpe de aríete pode romper as tubulações, danificar aparelhos e prejudicar a qualidade dos equipamentos operados por meio de sistemas hidráulicos

Os estudos qualitativos do golpe nas adutoras e os meios disponíveis para suavizar seus efeitos são estudados no item 6.3.3.2

O valor do K, coeficiente que leva em conta os módulos de elasticidade é mostrado a seguir

MATERIAL	K
TUBOS DE AÇO	0.50
TUBOS DE FERRO FUNDIDOS	1.00
TUBOS DE PLÁSTICOS (rígido)	18.00

#### g) Ancoragem

##### Introdução

Nas tubulações com junta elástica sob pressão é indispensável que as conexões sejam ancorados por meio de blocos de concreto simples ou armado, para evitar que se desloquem sob ação do expurgo

A boa execução da ancoragem é de grande importância para ser Ter uma tubulação trabalhando perfeitamente por longo tempo

#### h) Torneira Pública

As torneiras públicas são o recurso de que se lança mão para distribuir água potável às populações de pequenas localidades, ou aquelas situadas na periferia das cidades. não atendidas pela rede pública de distribuição

As torneiras públicas, também denominadas chafarizes, possuem uma ou mais bocas de saída de água

### 6.3.3.2 Análise dos Transitórios Hidráulicos

#### a) Introdução

O presente item tem por objetivo apresentar os estudos do transitório hidráulico nas linhas adutoras de Chaval e de Barroquinha Não foi calculado o transitório hidráulico da adutora de Passagem do Vaz, por apresentar uma altura manométrica reduzida e conseqüentemente um golpe de aríete também diminuto

A adutora de Chaval, por recalque, tem uma extensão de 16,5 Km e a adutora de Barroquinha, também por recalque, têm 14,0 Km de comprimento

O cálculo do transitório foi realizado de forma preliminar com o objetivo de dimensionar a tubulação da adutora. Para este fim foi utilizado o método apresentado por Armando Lencastre

A metodologia utilizada neste trabalho é a seguir descrita e nos quadros 6.12 e 6.13 são apresentados respectivamente os dados de entrada e os resultados obtidos. Os cálculos são apresentados na memória de cálculo

## b) Metodologia

A metodologia consiste no traçado das envoltórias de pressões máximas e mínimas para o golpe ocasionado pela falha no fornecimento de energia elétrica à estação de bombeamento

A análise do fenômeno do golpe de aríete, na instalação de recalque, será feita com vista a determinar as linhas piezométricas mínimas e máximas durante o transitório ocasionado pela interrupção do fornecimento de energia elétrica, na bomba e no ponto médio do trecho da adutora

Os fatores que devem ser calculados para servir como entrada nos gráficos são

Constante da linha (A) (adimensional)

$$A = \frac{CU_0}{gh_0}$$

sendo

C e a celeridade de propagação do golpe de aríete (m/s),

$U_0$  e a velocidade da água na adutora para o ponto de funcionamento ótimo (m/s),

$h_0$  e a altura manométrica no ponto de ótimo rendimento (m),

g é a aceleração da gravidade ( $m^2/s$ )

Constante da bomba (J) (adimensional),

$$J = \frac{\eta \times I \times n^2 \times C}{180 \times \gamma \times S \times L U_0 \times h_0}$$

Sendo

$\eta$  é o rendimento do grupo motor-bomba (adimensional),

I é o momento de inércia do grupo motor-bomba em  $\text{kg m}^2$ ,

n é a velocidade do motor em rpm.

C é a celeridade m/s.

S é a seção da linha de recalque  $\text{m}^2$ ,

L é o comprimento do conduto em m,

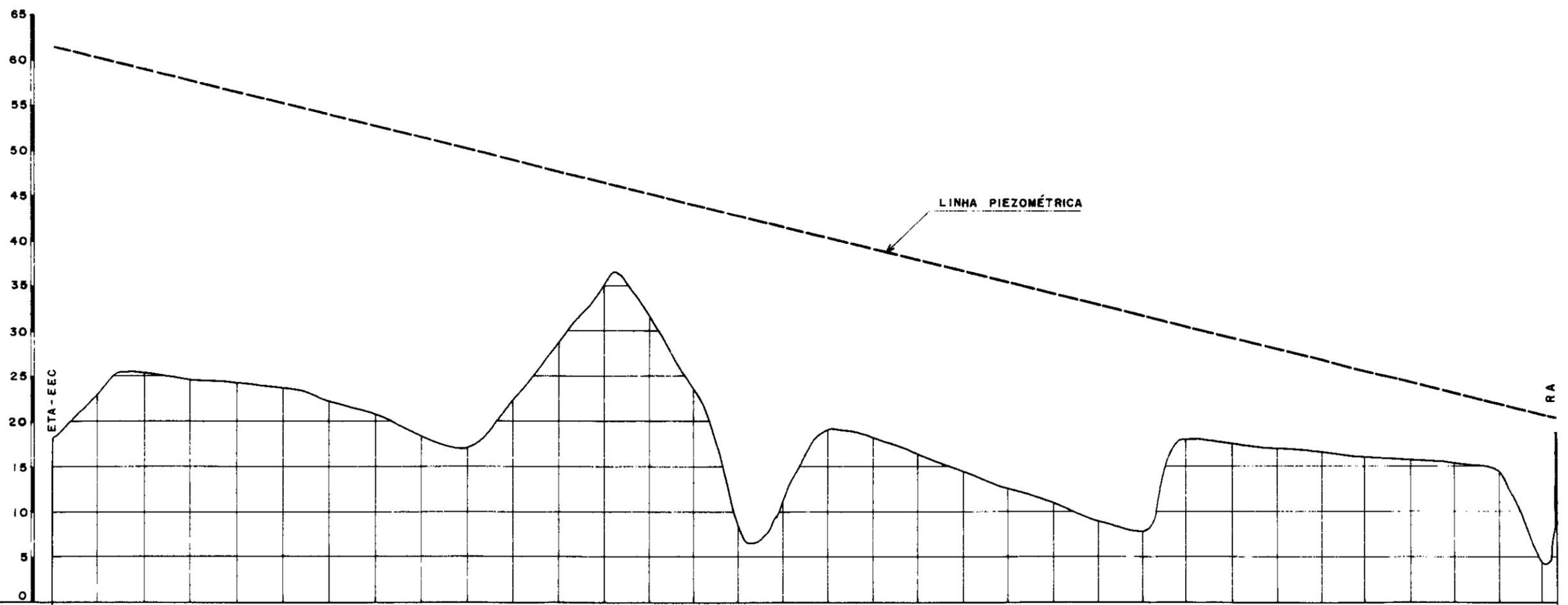
$U_0$  é a velocidade nas condições normais de funcionamento em m/s,

$h_0$  é a carga nas condições normais de funcionamento em m c a ,

$\gamma$  é o peso específico do líquido em  $\text{N/m}^3$  ( $9\,768 \text{ N/m}^3$ )

A seguir mostra-se o perfil esquemático das linhas piezométricas das adutoras de Chaval e Barroquinha, figuras 6 7 e 6 8, respectivamente

**ADUTORA DE CHAVAL**  
**PERFIL ESQUEMÁTICO DA LINHA PIEZOMÉTRICA**  
 ESCALA — H=1 80.000 V=1 500



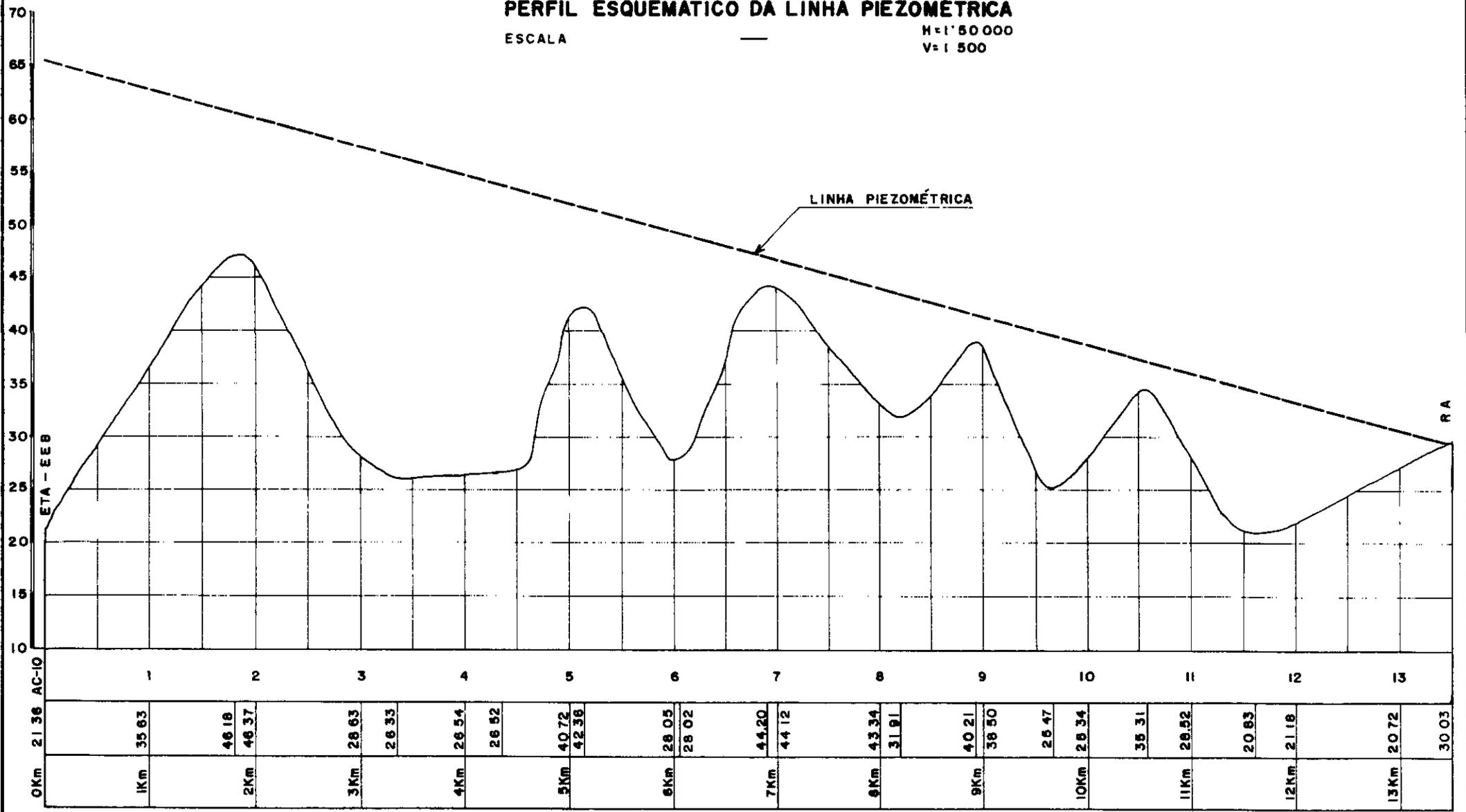
ESTACAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COTA DO TERRENO	18 20	25 65 25 47	24 30	22 16	18 36 17 20	22 53	35 45 35 62	23 72	6 63 11 00	19 34 18 25	14 46	11 20	7 96 7 92 18 20	17 60	16 80	16 00	14 30 4 26 12 10
DISTÂNCIA ACUMULADA	0 Km	1 Km	2 Km	3 Km	4 Km	5 Km	6 Km	7 Km	8 Km	9 Km	10 Km	11 Km	12 Km	13 Km	14 Km	15 Km	16 Km

**PERFIL LONGITUDINAL**

# ADUTORA DE BARROQUINHA

## PERFIL ESQUEMÁTICO DA LINHA PIEZOMÉTRICA

ESCALA — H = 1' 50 000  
V = 1 500



000076

**PERFIL LONGITUDINAL**

c) Resultado dos Calculos

O Quadro 6.12 apresenta os dados de entrada para cada adutora e o Quadro 6.13 apresenta os resultados dos cálculos seguindo a metodologia demonstrada anteriormente

**QUADRO 6.12 - DADOS DE ENTRADA**

TRECHO ITEM	ADUTORA DE CHAVAL	ADUTORA DE BARROQUINHA
Comprimento L (m)	16 485	13 980
Diâmetro D (mm)	200	200
Constante do Material (FoFo) K	1	1
Classe Comercial do Material	FoFo	FoFo
Espessura e (mm)	5,4	5,4
Vazão Qo (m3/s)	0,02324	0,02089
Cota do terreno nas bombas (m)	19,21	19,21
Cota do terreno a jusante do conduto (m)	21,39	30,03
Cota do terreno no meio do conduto (m)	15,26	42,94
Carga estática Ho (m)	-	-
Perda de carga no conduto P (m c a)	51,87	36,11
Altura manométrica total ho (m c a)	61,87	65,11
nº de bombas funcionando simul N	01	01
Rendimento M-B $\eta$ (adimensional)	0,70	0,70
Rotação "n" (r p m)	3500	3500
Valores de Inércia da bomba (kg m <sup>2</sup> )	0,02	0,02
Valores da Inércia do motor (kg m <sup>2</sup> )	0,10	0,10

**QUADRO 6.13 - RESULTADOS DOS CÁLCULOS**

TRECHO ITEM	ADUTORA DE CHAVAL	ADUTORA DE BARROQUINHA
Celeridade C (m/s)	1 072	1 072
Velocidade Uo (m/s)	0,74	0,67
Constante da linha A (adimensional)	1,12	0,96
Resultante das inércias do conjunto M-B (kgf m <sup>2</sup> )	0,12	0,12
Constante da bomba J (adimensional)	0,03	0,03
Cálculo de $\Delta h_j$ (m)	80,86	73,22
Fator de perda de carga Hf (adimensional)	0,84	0,56
Valores do $h_M/h_o$	1,60	1,60
Abaco fig A1 $h_m/h_o$	0,02	0,03
Cálculo de carga $h_M$ (m c a) $h_M = h_o \times h_m$	98,99	104,18
Cálculo de cota piezometrica máxima na bomba (m c a)	118,20	123,39
Cálculo da carga $h_m$ (m c a) $h_m = h_o \times$	1,24	1,95
Cálculo da cota piezométrica mínima na bomba (m c a)	20,45	21,16
Valores do $\Delta h_m/\Delta h_j$	0,15	0,10
Abaco fig A2 e A3 $\Delta h_M/\Delta h_j$	0,63	0,69

Pressão mínima no meio da tubulação $h_m$ (m c a) $h_m = \Delta h_j x$	12,13	7,32
Cota piezométrica mínima no meio da tubulação	27,39	50,26
Pressão máxima no meio da tubulação $h_M$ (m c a) $h_M = \Delta h_j x$	0,53	0,39
Cota piezométrica máxima no meio da tubulação (m c a)	15,79	43,33

### 6.3.3.3 Conclusões

Apresenta-se a seguir os valores máximos e mínimos das linhas piezométricas dos transitórios por falha de energia elétrica e as pressões máximas no caso de fechamento de válvula. Os resultados são separados por trechos, como anteriormente definido no Quadro 6.14

**QUADRO 6.14 VALORES DAS PIEZOMETRICAS**

ADUTORA DE CHAVAL	SEÇÃO DE MONTANTE	SEÇÃO CENTRAL	SEÇÃO DE JUSANTE
Linha Piezométrica Mínima (m)	20,45	27,39	21,39
Linha Piezométrica Máxima (m)	118,20	45,50	21,39
Pressão Máxima de Serviços (m c a)	97,75	18,11	0,00
Tube			

ADUTORA DE BARROQUINHA	SEÇÃO DE MONTANTE	SEÇÃO CENTRAL	SEÇÃO DE JUSANTE
Linha Piezométrica Mínima (m)	21,16	50,26	30,03
Linha Piezométrica Máxima (m)	123,39	67,50	30,03
Pressão Máxima de Serviços (m c a)	102,23	17,24	0,00
Tube			

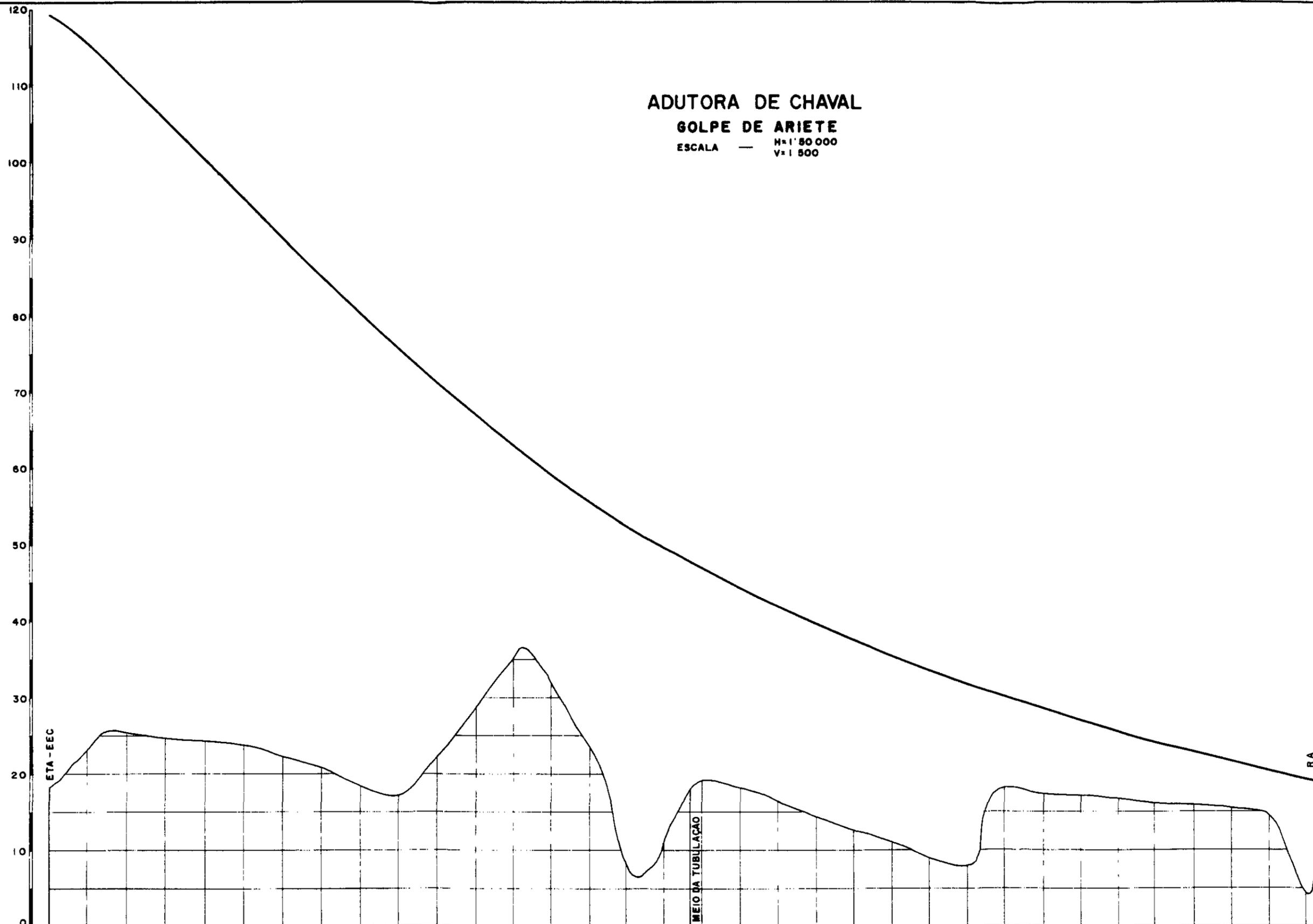
As hipóteses de cálculo quanto à inércia da bomba e do motor devem ser observadas na escolha dos mesmos, devendo-se em caso contrário ser utilizado um acessório que garante a inércia de dimensionamento do conjunto motor-bomba. Recomenda-se também o uso de válvula tríplice função como forma de proteção do golpe de aríete.

As figuras 6.9 e 6.10 representam a linha piezométrica máxima atingida pelo golpe de aríete das adutoras de Chaval e Barroquinha respectivamente.

# ADUTORA DE CHAVAL

## GOLPE DE ARIETE

ESCALA — H=1' 50 000  
V=1 500

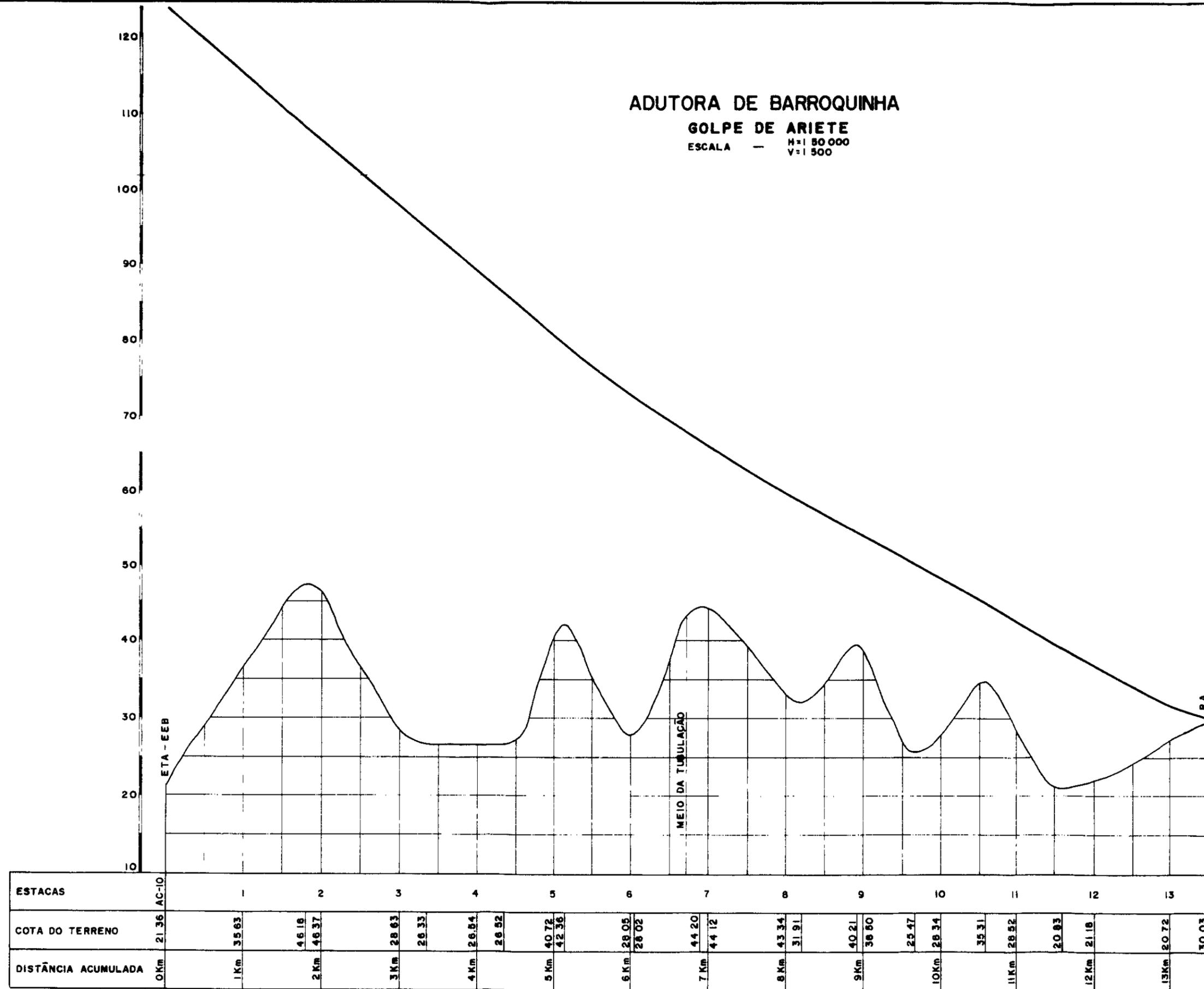


ESTACAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
COTA DO TERRENO	18.20	25.65 22.47 23.47	24.30	22.15	19.36 17.20	22.83	35.45 35.82	23.72	6.83 11.00	19.34	18.25	14.46	11.20	7.96 7.92 18.20	17.60	16.80	16.90	14.30 4.26 19.10
DISTÂNCIA ACUMULADA	0Km	1Km	2Km	3Km	4Km	5Km	6Km	7Km	8Km	9Km	10Km	11Km	12Km	13Km	14Km	15Km	16Km	

# ADUTORA DE BARROQUINHA

**GOLPE DE ARIETE**

ESCALA — H=1 50 000  
V=1 500



PERFIL LONGITUDINAL

000080

### 6.3.4 Estação de Tratamento ETA

Localizada no final da adutora de água bruta a ETA tratará a água para as cidades de Barroquinha e Chaval e as localidades de Lagoa do Mato e Passagem do Vaz

A água do açude Itaúna, apresenta teores moderados de cor e turbidez, podendo seu tratamento ser feito por meio de filtro de areia com uma prévia coagulação, objetivando tornar o sistema mais econômico

A ETA terá capacidade para tratar uma vazão de 48 l/s ou seja 4 147,20 m<sup>3</sup> /dias, incluindo a vazão de lavagem dos filtros e preparação das soluções químicas e consumo próprio

Para atender a vazão solicitada, a ETA terá uma unidade de filtração composta por quatro ( 4) filtros de fluxo ascendente com taxa de filtração de 146,88 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia, alimentados por uma câmara de carga que recebe a água sob pressão da adutora de água bruta

Na ETA estarão localizadas as três estações elevatórias que pressurizarão as adutoras descritas anteriormente e a estação de lavagem dos filtros

A casa de química consiste de um prédio de um único pavimento com área de 184 m<sup>2</sup>, composto de

- Deposito de produtos Químicos
- Sala de dosagem com 4 tanques
- Sala dos cloradores
- Sala dos cilindros de Cloro
- Laboratório, com sala separada para aparelhos de precisão
- Almoxarifado da Oficina
- Administração
- Copa e refeitório
- Banheiro

Os equipamentos básicos da ETA são

#### Filtros

– Números de filtros	04 un
– Diâmetro	3,00 m
– Altura total	4,10 m

#### Câmaras de carga

– Diâmetro	1,00 m
– Altura total	6,20 m

#### Kits

– Volume útil (2 x)	2 000 l
– Volume útil (2 x)	1 500 l
– Dosador de gás	
– Consumo por dia	36,00 kg

### 6 3 5 Tratamento da água

#### 6 3 5 1 Preliminares

Para comunidades de pequeno e médio porte, os sistemas compactos de tratamento de água para abastecimento público vem sendo cada vez mais utilizados como alternativa técnico econômico

Esses sistemas possuem a vantagem de serem modulares, portanto oferecem oportunidade de ampliação quando necessário, exigem menos espaços e podem ser desmontados e transferidos

Para poder fazer uma avaliação justa do melhor tipo de instalação compacta a ser utilizada, é preciso verificar, a qualidade da água, vazões requeridas, facilidade de operação, resultados desejados, vida útil. É importantíssimo que a matéria-prima

utilizada para construir a estrutura da estação seja imune à ação de produtos químicos e às intempéries

### 6.3.5.2 Componentes

A ETA é composta de uma unidade que combina as funções de clarificação e filtração, câmara de carga (câmara distribuidora), dosadores de produtos químicos mediante Kits de preparações e dosagem e de laboratório para análise de água. A seguir descreve-se as características básicas dos principais componentes da ETA

#### – Clarificador

##### Descrição do Funcionamento

A câmara de carga assegura a taxa de filtração adotada em projeto e facilita as condições operacionais. a entrada de água bruta na câmara far-se-á por cima através de um vertedor com indicador para medição de vazão mínima e máxima, a câmara dispõe de visor com escala para acompanhamento de perda de carga na filtração

O coagulante, sulfato de alumínio, é aplicado na tubulação de alimentação de água bruta do clarificador e encaminhada para o clarificador. É nesta etapa inicial que ocorre a neutralização das cargas das impurezas, tais como partículas coloidais, microorganismos em geral e substâncias que conferem cor à água

Combinando as funções de clarificação e filtração numa única unidade, o equipamento possui em sua parte inferior, uma camada de pedregulho especialmente graduada, sobre a qual encontra-se disposta uma camada de areia, com granulometria apropriada

A água coagulada entra pela parte inferior, numa câmara central, de onde através de difusores especiais é distribuída uniformemente na camada pedregulhos ocorrendo então as operações de flutuação por contato e a sedimentação

A medida que a água coagulada atravessa o meio filtrante as impurezas vão sendo parcialmente retiradas sob formas de flocos. Na areia o princípio lógico da filtração é mantido, já que inicialmente a água com maior quantidade de impurezas encontra as subcamadas com vazios intergranulares maiores, que retêm as partículas coaguladas.

O efluente obtido na saída do clarificador é utilizado para abastecimento após desinfecção e correção do PH da água.

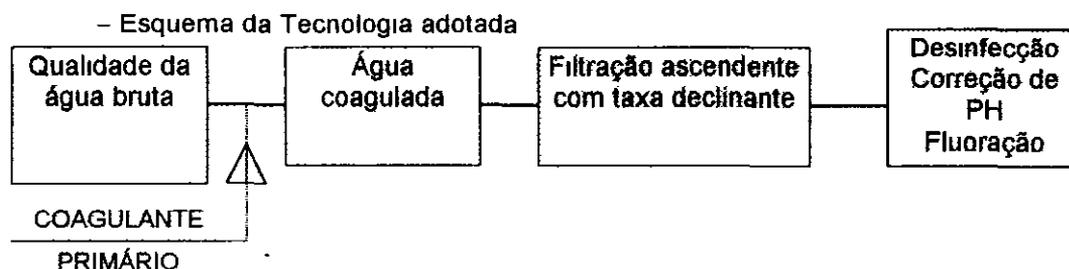
Após o tratamento a água é conduzida até o reservatório apoiado através de uma tubulação.

#### - Lavagem da Unidade Filtrante

A lavagem dos filtros, é realizada por conjuntos eletro-bombas que permitam uma velocidade de lavagem de 0,9 a 1,0 m/min, com pressão de entrada de 11 a 14 mca. sendo o tempo de lavagem previsto de 08 a 10 minutos.

#### - Dosagem de Produtos Químicos

A aplicação de produtos químicos na água é feita mediante Kits de preparação e dosagem, que succionam dos tanques de preparo as respectivas soluções. Será adicionado a água bruta para coagulação, sulfato de alumínio e quando necessário coadjuvante. Para a desinfecção, será utilizado o cloro. As dosagens corretas serão determinadas por teste de jarro, durante a operação do sistema de tratamento d'água assim como a Cor, Turbidez, PH e Cloro Residual.



### 6.3.5.3 Dimensionamento do ETA

A seguir, será apresentado o dimensionamento da unidade, baseada em bibliografia especializada, de onde forem retirados os parâmetros

#### Dados do projeto

- |                                |          |
|--------------------------------|----------|
| – Vazão (45,83 + Q de lavagem) | 48,0 l/s |
| – Tempo de funcionamento       | 24 horas |

#### Parâmetros de projeto

A filtração direta ascendente pode ser utilizado, com sucesso, em águas que apresentam os seguintes limites

- |                         |         |
|-------------------------|---------|
| – Cor verdadeira máxima | 200 uc  |
| – Turbidez máxima       | 200 ut  |
| – Cor aparente máxima   | 1000 uc |
| – Teor de ferro         | 20 mg/l |
| – Teor de manganês      | 2 mg/l  |

É principalmente recomendada para águas provenientes de açudes ou represas, ou seja, para água de baixa turbidez, não sujeitas a variações repentinas de qualidade

Em função da qualidade da água bruta acima especificada, estudos realizados em instalações piloto, revelaram que projeto de filtração direta ascendente deve obedecer aos parâmetros

#### Parâmetros

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| – Redução de cor e turbidez | 96 a 99%                                     |
| – Redução bacteriológica    | 90 a 97%                                     |
| – Taxa média de filtração   | 120 a 240m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /dia |
| – Velocidade de lavagem     | 0,8 a 1,2 m/mim                              |



- Tempo de lavagem	6 a 10 min
- Carreira de Filtração	24 a 72 horas
- Altura de água acima do topo da areia	0,60 a 1,20 m
- Espessura da camada suporte	0,60 a 0,80
- Espessura da camada de areia	1,60 a 1,80 m
- Altura total da caixa de filtro	3,00 a 4,20 m
- Características da areia	
• Tamanho dos grãos	0,59 a 2,00mm
• Tamanho efetivo	0,70 a 0,85mm
• Coeficiente de desuniformidade	1,5 a 1,7
- Características da camada suporte	2,4 ≤ Ø ≤ 38,00mm
- Fundo dos Filtros	fundo em forma de troncos cônicos
- Perda de carga final	<2,40 m

#### a) Número de filtros

$n = 0,044\sqrt{Q}$  sendo Q = vazão em m<sup>3</sup>/dia

$$n = 0,044\sqrt{4148} = 2,83 = 3$$

número de filtro adotado n = 04. Para permitir o rodizio na hora da lavagem

#### b) Taxa de filtração

Adotado inicialmente 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia

Área necessária

$$A = \frac{1037,00}{200} = 5,18m^2$$

Área de cada filtro

Adotando-se a forma circular o diâmetro de 3,00 m tem-se para a área de cada filtro

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14(3,0)^2}{4} = 7,06m^2$$

Area total efetiva

$$A_t = 7,06 \times 4 = 28,24m^2$$

Taxa de filtração efetiva

$$\frac{Q}{A_t} = \frac{4148,00}{28,24} = 146,88m^3 / m^2 \text{ dia}$$

A taxa de filtração aparentemente alta, está dentro dos parâmetros de projeto anteriormente especificados, porém é bom lembrar que esta taxa é da vazão de horizonte de projeto

c) Altura da caixa de filtro

– Altura livre adicional	0,15 m
– Altura da água sobre a areia	0,85 m
– Espessura da camada de areia	1,60 m
– Espessura da camada de pedregulho	0,70 m

d) Camada de areia

Será utilizado areia com as seguintes especificações

– Granulometria	0,59 a 2,00 m
– Tamanho efetivo	0,84 m
– Coeficiente de desuniformidade	< 1,7 m

e) Camada de pedregulho

A camada de pedregulho será graduada conforme os seguintes tamanhos e profundidades do alto da camada até o fundo do filtro

Tamanho (mm)	espessura (cm)	Camada
- De 6,4 a 12,7	12,5	6ª
- De 12,7 a 19,0	12,5	5ª
- De 2,4 a 4,8	12,5	4ª
- De 6,4 a 12,7	7,5	3ª
- De 19,0 a 25,4	7,5	2ª
- De 25,4 a 38,0	17,5	1ª
- TOTAL	70,00	

#### f) perda de carga inicial (filtro limpo)

Durante a filtração, a água, ao atravessar o meio filtrante, perde determinada quantidade de energia, cuja avaliação é muito importante porque constitui um elemento básico do projeto dos filtros

Os cálculos são apresentados no memorial de cálculos

#### j) Calha

A canaleta servirá tanto para a coleta de água filtrada como para a coleta de água de lavagem

- tipo	calhas superficiais c/ orifícios
- largura	0,40 m
- altura inicial	0,35 m
- altura final	0,50 m
- número de calhas	01
- número de orifício por calhas	75 (37,50 por lado)
- espaçamento entre os orifícios	8,0 cm
- vazão por orifícios	
$q = \frac{12,00}{75} =$	0,16 l/s
- diâmetro dos orifícios	d = 19 mm
- área dos orifícios	a = 2,84 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>
- perda de carga nos orifícios	

$$q = C_d A \sqrt{2gh}$$

$$h = \frac{1}{19,62} \left[ \frac{1,610^{-4}}{0,612,84 \cdot 10^{-4}} \right]^2 \quad h \approx 0,04 \text{ m}$$

- água de lavagem

vazão de lavagem 106 l/s

altura da água nas bordas da calha

$$Q = 1,838 \text{ L} \times H \quad H \approx 0,05 \text{ m}$$

É importante ressaltar que a parte inferior da calha coletora d' água de lavagem deverá estar acima do topo do leito filtrante expandido, para evitar a perda de seu material durante a lavagem

#### L) A água de Lavagem

A água para lavagem de sentido ascensional será proveniente de bombeamento direto

Tempo de lavagem  $t = 9 \text{ min}$

Velocidade de ascensão de água  $v_a = 0,9 \text{ m/min}$

$Q = S v_a$  sendo  $S = \text{área do filtro, m}^2$

$v_a = \text{Velocidade de ascensão, m/s}$

$$Q = 3,14 \times \frac{3,00}{4} \times 0,015$$

$$Q = 0,106 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 381,51 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### m) Volume mínimo de reservatório

De acordo com o NB-592, o volume de reservatório deve ser estabelecido para o tempo mínimo de lavagem igual a 10 minutos, com vazão correspondente à velocidade ascensional adotada

$V_{res} = 1,5 V_{lav}$  sendo  $V_{res}$  é o volume do reservatório,  $\text{m}^3$ ,

$V_{lav}$  é o volume correspondente a lavagem de 1 filtro,  $\text{m}^3$

$$V_{res} = 1.5 \times Q \times t$$

$$V_{res} = 1,5 \times 0,106 \times 10 \times 60$$

$$V_{res} = 95,40 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume mínimo adotado} \Rightarrow V_{res} = 100 \text{ m}^3$$

n) A água gasta da lavagem por filtro

- Volume por lavagem

$$381,51 \frac{9}{60} = 57,23 \text{ m}^3$$

Em Porcentagem

$$\frac{\text{água de lavagem}}{\text{água tratada}} = \frac{57,23}{4148} \times 100 = 1,38\% \Rightarrow 4 \times 1,38\% = 5,52\%$$

#### 6 3 5 4 Produtos Químicos

##### *Finalidade*

Existem vários tipos de dosadores para a aplicação do sulfato de alumínio ou seus compostos na água

O dose-kit é usualmente utilizado na preparação e dosagem de soluções químicas como Sulfato de Alumínio, hipocal, Fluorsilicato de Sódio, etc

O Dose-kit consta de

Tanque com cocho para dissolução do produto e armazenamento da solução,  
Misturador destinado à acelerar a dissolução do produto químico, preparação e homogeneização das soluções e/ou suspensões para dosagem de soluções ou suspensões químicas



Para preparação de solução é necessário o seguinte procedimento

Colocam-se os produtos químicos dentro do cocho, abre-se o registro da entrada de água para o início da dissolução, liga-se o misturador para acelerar a dissolução e homogeneizar

A dosagem da solução é feita através da ligação da bomba química que succiona o produto do tanque recalçando-o até o ponto de aplicação

A regulação da dosagem é feita através da válvula do diafragma existente na tubulação de saída da bomba. A válvula é acionada mediante movimento relativo em seu cabeçote. A escala gravada no rotâmetro indica a dosagem na parte superior da agulha indicativa.

#### *Consumo dos produtos químicos*

utilizou-se a seguinte fórmula

$$q_d = \frac{Q D}{\% 10} = \text{onde, } q_d \text{ é a vazão da dosagem em l/h,}$$

D é a dosagem em ppm ( $\text{mg/l} = \text{g/m}$ ),

% é o valor absoluto de concentração da solução,

10 é o valor da correção,

Q é a vazão do sistema em  $\text{m}^3/\text{l}$

#### a) Sulfato de Alumínio

A vazão do sistema é de  $48,00 \text{ l/s} \cong 48,00 \cdot 3,6 \cong 172,80 \text{ m}^3/\text{h}$

A dosagem média da solução de sulfato de alumínio é de 20 ppm

A concentração de solução de alumínio é de 5%, logo a vazão de dosagem será de

$$q_d = \frac{172,80 \times 20}{5 \cdot 10}$$

$$q_d = 69,12 \text{ l/h}$$

Sendo a jornada de trabalho 24 horas por dia, e pretendendo-se carregar o Kit de dosagem uma vez por dia, este terá o volume de,



$$\text{Vol} = 69,12 \times 24 = 1658,88 \text{ l}$$

Será adotado kit com capacidade comercial de 2 000 litros

#### b) Cloração

A desinfecção é o tratamento destinado a exterminar os germes patogênicos porventura existentes na água, através de desinfetantes que agem por ação física, oxidante ou venenosa

Embora sejam numerosos os desinfetantes, poucos têm aplicação práticas, destacando-se o cloro e seus compostos

O cloro é utilizado para prevenir eventual contaminação da água em pontos vulneráveis do sistema de suprimento

A aplicação do cloro na água é feita na saída dos filtros, denomina-se pós-cloração

A vazão do sistema é de 48.00 l/s de água A cloração será feita como cloro-gás através de aparelhos cloradores A demanda de cloro é de 0,3 mg/litro e deseja-se manter o residual de 0,5 mg/litro A quantidade de cloro a ser empregada por dia e a reserva do cilindro de cloro será

$$\text{Vazão } 48,00 \text{ l/s} = 172,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

Quantidade de cloro a ser aplicada

$$(0,3 + 0,5 \text{ ppm}) = 0,8 \text{ ppm de cloro} = 8\text{g/m}^3$$

$$\text{Em 1 hora } 172,80 \text{ m}^3 \times 8 \text{ g/m}^3 = 1\ 382,40 \text{ g} = 1,38 \text{ kg ou praticamente } 1,50 \text{ kg}$$

$$\text{Consumo por dia } 1,50 \text{ kg} \times 24 = 36,00 \text{ kg}$$

$$\text{Estoque em 30 dias } 30 \times 36 = 1\ 080 \text{ kg}$$

#### c) Cal Hidratado

A dosagem média de 25 ppm de Cal Hidratado com solução a 10% será de

$$q_d = \frac{172,80 \times 25}{10 \times 10}$$

$$q_d = 43,20 \text{ l/h}$$

Sendo a jornada de trabalho 24 horas por dia, e pretendendo-se carregar o kit de dosagem uma vez dia, este terá o volume de

$$V_c = 43,20 \times 24 = 1.036,80 \text{ l}$$

Será adotado kit com capacidade comercial de 1.500 litros

d) Fluorsilicato de sódio

A dosagem média de 2 ppm com solução a 3% será de

$$q_d = \frac{172,80 \times 2}{3 \times 10} = 11,52 \text{ l/h}$$

Sendo a jornada de trabalho 24 horas por dia e pretendendo-se carregar o kit de dosagem uma vez a cada três dias este terá o volume de

$$V_{ol} = 11,52 \times 72 \text{ h} = 829,44 \text{ l}$$

Este terceiro kit no projeto é prevendo a possibilidade de ser utilizado o equipamento para a remoção da dureza da água ou para a fluoração

A aplicação do flúor nas águas de abastecimento para prevenir cáries dentárias, principalmente das crianças

## 6.3.6 Reservação - Reservatórios

### 6.3.6.1 Preliminares

#### *Finalidade*

A reservação, materializada pelo(s) reservatório (s), neste projeto, tem por finalidade

armazenar água nos períodos em que a vazão de adução supera a de consumo, para liberá-la nos outros períodos (reserva de equilíbrio),

armazenar água para ser utilizada quando a adução for normalmente interrompida (reserva de emergência)

A reservação permite que a adutora seja dimensionada para a demanda máxima diária e não para a demanda do dia e da hora de maior consumo, tornando-a, assim, mais econômica

#### *Número*

O porte dos vilageros a serem beneficiados, pouco populosos, de topografia as vezes praticamente planas, algumas de desenvolvem linearmente e portanto é necessário apenas um reservatório, localizado em ponto para atender integralmente à área abastecida

#### *Tipo*

Em condições topográficas propícias optou-se pelo reservatório apoiado. É o tipo mais econômico. seu fundo se encontra em contato com o terreno

Os reservatórios elevados, por medida de economia, terão um volume de no máximo 80m<sup>3</sup>, e o volume complementar necessário para beneficiar a população, será a partir de um reservatório apoiado

Nos reservatórios elevados, o fundo situa-se acima do terreno, necessitando de uma estrutura de sustentação

A altura útil  $h$  será no máximo 3.00 m. tanto para o reservatório elevado como para o reservatório apoiado, esta altura foi determinada, para tornar pequenas as variações de pressão na rede

A cota do fundo do reservatório elevado foi definida para ser capaz de propiciar a pressão dinâmica mínima no ponto mais desfavorável da fatura rede de distribuição. Pelo porte dos lugarejos e estrutura de sustentação do reservatório deve ter uma altura total de no máximo 12 metros

#### *Funcionamento*

São chamadas reservatórios de montante, pois toda água destinada ao consumo passa por eles antes de atingir a rede de distribuição. Possuem uma tubulação de entrada de água e uma de saída

#### *Compartimentação*

Os reservatórios serão projetados apenas com uma câmara. Por precaução de pontos que criam vazamentos deve ser evitado a constituição de duas ou mais unidades interligadas entre si através de tubos

#### *Formato*

Quanto ao formato, os reservatórios podem ser de base retangular ou circular. No caso optou-se pelo circular quando reservatório elevado e retangular quando apoiado

#### *Cálculo de Reservação*



Não dispondo de dados referentes à variação horária de consumo, e sendo a adução contínua durante as 24 horas do dia, optou-se, para a reservação total, a relaão de Frihling "Os reservatórios de distribuio devem ter capacidade suficiente para armazenar o terço do consumo diário correspondente aos setores por eles abastecidos"

No caso dos reservatórios elevados por medida econômica preferiu-se o dimensionamento na base de 1/5 do volume e ser distribuío em 24 horas

### *6 3 6 2 Detalhes Genéricos dos Reservatórios*

#### *A) Dimensões*

A altura útil adotada foi de 3.0 m, e excepcionalmente foi utilizado o máximo de 4,0 m no reservatório apoiado e o mínimo de 2,40 m no reservatório elevado

A altura foi pré-determinada, para tornar pequenas as variações de pressão na rede futura

#### *B) Paredes*

As paredes poderão ser de alvenaria de perda, de tijolo, de concreto armado comum, concreto armado protendido, de aço ou mesmo de fibra de vidro

O importante é a manutenção do volume calculado pela consultora e a impermeabilização de acordo com o material utilizado

#### *C) Fundo*

E conveniente que o fundo tenha declividade mínima de 0,50 por cento em direção à abertura de descarga, a fim de facilitar o escoamento do refugo da água após as limpezas

#### D) Cobertura

A cobertura destina-se a proteger, contra qualquer perigo de poluição, a água potável contida no reservatório. Além do mais, impedindo a penetração dos raios solares, a cobertura impossibilita o desenvolvimento de algas na água, as quais poderiam provocar odor e sabor desagradável.

Nos reservatórios apoiados de grande capacidade e de pequena altura, a laje da cobertura possui vigas que se apoiam em pilares simetricamente dispostos.

#### E) Abertura de Inspeção

A abertura de inspeção é a passagem que se deixa na cobertura para permitir a visita ao interior do reservatório.

A abertura quadrada com 0,60 x 0,60 m, tem um dos lados no prolongamento da face interna da parede do reservatório, onde fica instalada a escada de acesso.

Na cobertura planta do reservatório apoiado, a abertura de inspeção, terá ressaltos feitos no contorno de abertura, para impedir que a água de chuva passe da cobertura para o interior do reservatório, vindo a poluir a água tratada.

#### F) Escada de Acesso

O acesso ao interior e à coberta do reservatório apoiado será feito através de degraus de vergalhão de ferro de 3/4", engastados na parede a intervalos de 0,30m. Nos reservatórios elevados de forma cilíndrica, os degraus extensos deste podem prolongar-se para baixo por um dos pilares.

Para impedir qualquer pessoa tenha fácil acesso ao depósito, será prudente colocar o primeiro degrau aproximadamente a 2 (dois) metros acima do nível do terreno. As escadas com degraus de vergalhão são as mais simples e econômicas, são denominadas de escada de marinho.

Recomenda-se para as escadas metálicas, que imponham o uso das mãos a proteção denominada guarda-corpo

#### G) Chaminé de Ventilação

A cobertura do reservatório é provida de chaminés de ventilação, dispostas simetricamente, afim de que o nível d'água fique sempre sob a pressão atmosférica

As aberturas das chaminés são providas de telas de malha 16, a fim de impedir a passagem de substâncias estranhas e de insetos, como mosquitos, para o interior dos reservatórios

#### H) Entrada de Água

O suprimento sendo feito por gravidade, haverá uma válvula automática de controle na extremidade da tubulação de entrada, a fim de que a passagem da água para o interior do reservatório, quando o mesmo estiver cheio, seja interrompida

Nos reservatórios de montante, em que a tubulação de entrada independente de saída, terminando um pouco acima do nível máximo da água, tem-se como melhor solução a travessia da parede logo acima desse mesmo nível. A penetração em cota inferior, quer pela parede, quer pelo fundo, é inconveniente, devido aos vazamentos a que pode dar lugar em volta da tubulação

#### I) Saída de Água

A saída de água processa-se pelo fundo do reservatório, esse terá um rebaixo, nos reservatórios apoiados para realmente ser aproveitado todo o volume útil

A tubulação de saída nos reservatórios apoiados fica em posição diametralmente oposta à de entrada para favorecer a circulação de água, evitando a sua estagnação. A tubulação de saída será provida de um crivo, para evitar o ingresso na rede, de material grosseiro

## J) Extravasor

O extravasor tem por finalidade dar saída à água que eventualmente ultrapassa o nível máximo no reservatório

Uma calha com paredes terminando superiormente em forma de bisel à altura do nível máximo de água no reservatório apoiado, será introduzida numa das paredes. No período de extravasamento, a lâmina vertente será tanto mais delgada quanto for maior o comprimento da calha, permitindo-se assim adotar a menor altura livre adicional para o reservatório

Rente ao fundo da caixa partirá a tubulação extravasora

## L) Descarga

A tubulação de descarga destina-se a esvaziar o reservatório, quando necessário. O controle será feito por registro de gaveta

## M) Impermeabilização dos Reservatórios

Os reservatórios, se construídos de alvenaria ou concreto, devem ser derivadamente impermeabilizados. Assim, todas as superfícies internas das paredes e o fundo, quando completamente secas, sofrerão limpeza com escove de aço para, em seguida, serem bem lavadas. Depois de removidos do fundo todos os detritos decorrentes de limpeza, as mesmas superfícies serão brochadas com uma solução de cimento e água, na proporção de 1 para 20. Quando ainda úmidas, serão revestidas com argamassa de cimento e areia (1:3), a cuja água será adicionada a quantidade recomendável pelo fabricante do impermeabilizante para tal fim destinado.

A espessura da camada de cimento e areia deve estar compreendida entre 10 a 20 milímetros. Depois de totalmente seca, sua superfície receberá uma pintura impermeabilizante.

### 6.3.6.3 Reservatórios (s) Projetados (s)

Na adutora de Chaval não houve necessidade de projetar reservatórios por que os existentes estão com capacidade suficientes para suprirem a população de fim de plano do projeto. O reservatório apoiado atual tem capacidade de armazenar um volume de 400 m<sup>3</sup> e o elevado de 200 m<sup>3</sup>. De acordo com o nosso cálculo, no fim de plano há necessidade exatamente de armazenar 600 m<sup>3</sup>.

Na adutora de barroquinha foi projetado um reservatório apoiado de 400 m<sup>3</sup> de volume e um reservatório elevado de 100 m<sup>3</sup>. O reservatório elevado atual não tem altura suficiente para suprir a pressão. No lugarejo chamado Lagoa do Mato foi projetado em reservatório elevado de 10 m<sup>3</sup>.

No lugarejo denominado Passagem do Vaz, o reservatório elevado será de 50 m<sup>3</sup>.

#### Reservatório Apoiado de Barroquinha

Trata-se de reservatório de concreto armado provido de um compartimento de base retangular, suas dimensões são 10 x 10 x 4.

As paredes possuem secção retangular. A cobertura do reservatório é plana, normalmente desprovida de vigas e pilares de sustentação, em face da pequena distância entre as paredes.

Há uma abertura de inspeção, permitindo acesso à única câmara. Não haverá degraus engastados nas paredes, o acesso será por escada de madeira móvel.

A câmara possui dois aeradores constituído de um tubo conectado a duas curvas de 90°. Haverá uma tela de proteção de malha 16.

A adutora que alimenta o reservatório apoiado é de recalque, não adotou-se portanto no término da adução um registro automático de entrada. Abaixo da curva de entrada existe uma pequena placa destinada a amortecer o jato de água, por ocasião de enchimento do reservatório.



A água é elevada para o reservatório superior através de uma tubulação associada a uma moto-bomba

O extravassor constitui-se de uma caixa de concreto armado, medindo internamente 2,50 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,50 m de profundidade

Para descarga da câmara foi feito na laje de fundo um rebaixo em forma retangular, do qual parte a tubulação de descarga de 200 mm, provida de registro

Num poço retangular com 0,60 x 0,60 m de lado é lançada a água do extravassor e da tubulação de descarga, água essa que é refugada por meio de um só conduto de 200 mm

A câmara dispõe de caixas que dão abrigo aos registros das tubulações de saída e de descarga d'água

- Reservatório Elevado de Barroquinha

O reservatório elevado, é de base circular, com 6,50 m de diâmetro e 3,00 m de altura útil, com o fundo a 12,00 m acima do terreno, é sustentado por quatro pilares de 0,20 x 0,20 m. Suas paredes, por questão de estética e economia, foram calculadas como vigas invertidas

Para o acesso à caixa d'água, dispõe-se de uma escada feita com degraus de ferro de 19 mm (3/4"), fixados no concreto em um dos pilares. O degrau inferior fica a 2,00 m acima do terreno, afim de dificultar o uso da escada por qualquer pessoa

Para permitir o acesso a seu interior, os reservatórios possuem uma abertura de inspeção com tampa

O reservatório elevado foi concebido com derivação para abastecer de água os caminhões-tanque ou carretas transportadas por animais. Há um registro de gaveta para o controle de saída da água

Em Barroquinha, a água é elevada para o reservatório superior através de uma tubulação associada a uma moto-bomba

O fundo do reservatório superior, é provido de tubulações de limpeza e parte o conduto que vai alimentar a rede de distribuição e/ou outros pontos de consumo, cujos diâmetros são de 200 mm. A tubulação de extravasão é de 200 mm e localiza-se exatamente no nível máximo da água no reservatório. A tubulação do extravasador deságua livre, em lugar visível pelos munícipes e pelo responsável da operação do sistema.

A câmara possui um ventilador constituído de um tubo conectado a duas curvas 90°. Haverá uma tela de proteção de malha 16.

Chamamos atenção para a necessidade de uma boa impermeabilização das superfícies internas do reservatório.

- Reservatório Elevado de Passagem do Vaz

O reservatório elevado, é de base circular, com 4,10 m de diâmetro e 3,00 m de altura útil, com o fundo a 12,00 m acima do terreno, é sustentado por quatro pilares de 0,15 x 0,15 m. Suas paredes, por questão de estética e econômica, foram calculadas como vigas invertidas.

O fundo do reservatório superior, é provido de tubulações de limpeza e parte o conduto que vai alimentar a rede de distribuição e/ou outros pontos de consumo, cujos diâmetros são de 75 mm. A tubulação de extravasão é de 75 mm e localiza-se exatamente no nível máximo da água no reservatório.

- Reservatório Elevado de Lagoa do Mato

O reservatório elevado, é de base circular, com 2,50 m de diâmetro e 2,50 m de altura útil, com o fundo a 9,00 m acima do terreno. É sustentado por quatro pilares de 0,10 x 0,10 m. Suas paredes, por questão de estética e econômica, foram calculadas como vigas invertidas.

O fundo do reservatório superior, é provido de tubulações de limpeza e parte o conduto que vai alimentar a rede de distribuição e/ou outros pontos de consumo,

cujos diâmetros são 50mm A tubulação de extravasão é de 50mm e localiza-se exatamente no nível máximo da água no reservatório

**QUADRO 6.15**

	CHAVAL	BARROQUINHA	PASSAGEM DO VAZ	LAGOA DO MATO
<b>Reservatório Apoiado</b>				
Tipo	-	Retangular		
Volume (m <sup>3</sup> )		400		
Dimensões (L x C x h)		10 x 10 x 4		
<b>Reservatório Elevado</b>				
Tipo		Circular	Circular	Circular
Volume (m <sup>3</sup> )		100	50	10
Dimensões (D x h)		6,50 x 3,00 m	4,10 x 3,00 m	2,50 x 2,50 m

### 6 3 7 Sistema Elétrico

#### 6 3 7 1 Generalidades

O Sistema Adutor de Barroquinha e Chaval é composto por varias unidades elevatórias, conforme quadro abaixo

<b>Estação Elevatória</b>	<b>Potência dos Motores</b>	<b>Arranjo</b>
1 - EE de Lavagem	15cv -- 3cv	2 + R -- 1 + R
2 - EE de Barroquinha	30cv	1 + R
3 - EE de Passagem do Vaz	3cv -- 1,5cv	1 + R -- 1+R
4 - EE de Chaval	30cv	1 + R
5 - Reservatório Apoiado	7,5cv	1 + R

Potência instalada 150kva (1,2,3 e 4) e 30kva (5)

A instalação dos conjuntos moto-bombas é realizada em edificações, juntamente com a proteção e quadro de comando



Para a iluminação das edificações foram projetadas luminárias em calhas com 1, 2 e 4 lâmpadas Fluorescentes de 40w ,dispostas adequadamente dentro das edificações para melhor distribuir o fluxo luminoso

O acionamento da iluminação do pátio é efetivada através de chave de comando em grupo instalada no poste da S/E As luminárias serão em padrão aberta de 4 pétalas que serão instaladas em poste circular de concreto com 8m de altura útil

As proteções gerais de baixa tensão serão disjuntores em caixa moldada

As partidas dos motores acima de 5cv, existentes no projeto, dar-se-ão através de chaves compensadoras com taps de 100%, 80% e 65% da tensão nominal O principal motivo dessa opção é o fato de que esse tipo de chave possibilita uma menor queda de tensão na partida do motor, favorecendo assim sua partida em pontos mais extremos do sistema elétrico da Concessionária

As proteções primárias de sobrecorrentes das Subestações serão efetuadas através de chaves fusíveis tipo expulsão classe 15KV, 100A e capacidade de ruptura de 4KA

As medições do consumo de energia elétrica, serão efetuadas na baixa tensão através de medidores trifásicos de energia ativa e reativa O padrão de medição será montado em caixas de medição padronizadas pela COELCE, para instalação com transformadores de corrente onde o projeto indicar

O encaminhamento do sistema de alimentação das motobombas será feito através de canaletas e eletrotudos em PVC

O sistema objeto deste projeto, além das elevatórias envolvidas, possui um complexo, para tratamento de água (ETA), que contém uma casa de química, filtros e decantadores além de pátio com estacionamento

### 6.3.7.2 Descrição do Projeto

As características gerais das estações elevatórias podem ser assim resumidas

**E E Lavagem** A estação elevatória de Lavagem é composta de um reservatório, 2 moto-bombas de 3cv sendo uma reserva, 3 moto-bombas de 15cv sendo uma reserva e instalações elétricas prediais

**E E Barroquinha** A estação elevatória de Barroquinha é composta de um reservatório, 2 moto-bombas de 30CV sendo uma reserva

**E E Passagem do Vaz** A estação elevatória de Passagem do Vaz é composta de um reservatório, 2 moto-bombas de 3CV sendo uma reserva e 2 moto-bombas de 1.5 cv sendo 1 reserva

**E E Chaval** A estação elevatória de Barroquinha é composta de um reservatório, 2 moto-bombas de 30CV sendo uma reserva

**Reservatório Apoiado de Barroquinha** O reservatório apoiado de Barroquinha é composta de um reservatório, 2 bombas de 7,5cv sendo uma reserva e será alimentada por uma subestação aérea de 30KVA

**Patio do sistema adutor de Barroquinha** Neste pátio existirão 8 postes com luminárias públicas abertas de 4 pétalas, e lâmpadas vapor de sódio 360w/220v

**Patio do reservatório apoiado de Barroquinha** Neste pátio existirão 6 postes com luminárias públicas abertas de 4 pétalas, e lâmpadas vapor de sódio 360w/220v

### 6.3.7.3 Localização e condições Ambientais

As estações localizam-se próximo ao lugarejo Passagem do Vaz, no município de Chaval. Altitude abaixo de 1000m, temperatura variando de 18 a 40° C, umidade relativa do ar entre 30% e 70%, velocidade máxima do vento de 100km/h

#### *6 3 7 4 Alimentação Primária, Subestações e Tensões Secundárias*

O fornecimento de energia será feita em 13,8KV, através de uma derivação no alimentador da COELCE

Será instalado 01 (uma) subestação aérea de 150 KVA e 1 (uma) subestação de 30 KVA no reservatório Apoiado de Barroquinha, com tensões secundárias de 380/220 em 60hz

#### *6 3 7 5 Proteção e Medição*

A proteção será feita em baixa tensão através de disjuntores, fusíveis e reles instalados em quadros de distribuição e comando de motores

#### *6 3 7 6 Aterramento*

Todas as carcaças dos motores, quadros de distribuição, pára-raios e cercas deverão ser ligados ao aterramento da subestação

#### *6 3 7 7 Condições Gerais*

Plantas, desenhos, diagramas e memórias de cálculo completam as descrições acima, informando o dimensionamento dos materiais

- Todas as ligações e conexões elétricas não devem ser soldadas
- Não deve haver emendas de cabos dentro de eletrodutos
- As caixas de passagem devem ter, no fundo, uma cobertura de no mínimo 10cm de brita

#### *6 3 7 8 Normas*

Todas as instalações elétricas devem obedecer as seguintes normas

CP-002 - Critérios de projeto para redes de distribuição aérea rural (COELCE)



DT-044 - Projetos e construção de Redes aéreas de distribuição executadas por terceiros

NT-001 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição (COELCE)

NT-002 - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição

PM-001 - Padrões de material de distribuição (COELCE)

Nos casos em que a ABNT se onde, foram utilizadas as normas ANSI, ASMT, NEC OU VDE