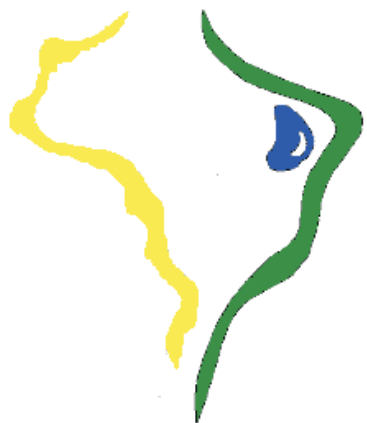


GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

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



PROÁGUA

SEMI-ÁRIDO

REFORMULAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DAS
ADUTORAS DE CHAVAL E BARROQUINHA

VOLUME 1 RELATÓRIO GERAL

FORTALEZA
JUNHO DE 2000

**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**



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



PROÁGUA

S E M I - Á R I D O

**REFORMULAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DAS
ADUTORAS DE CHAVAL E BARROQUINHA**

VOLUME 1 – RELATÓRIO GERAL

Fortaleza

Julho/2000

Lote: 01581 - Prep Scan Index

Projeto Nº 107101/F

Volume 1

Qtd. A4 174

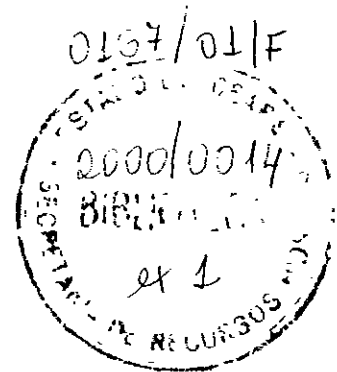
Qtd. A3

Qtd. A2

Qtd. A1

Qtd. A0

Outros 4400000000



ÍNDICE

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	2
APRESENTAÇÃO.....	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS	11
2 1 <i>Aspectos Físicos</i>	12
2 1 1 <i>Localização e Acesso</i>	12
2 2 <i>Aspectos Sócio-Econômicos</i>	15
2 2 1 <i>Saúde</i>	15
2 2 2 <i>Educação</i>	17
2 2 3 <i>Estrutura Fundiária</i>	18
2 3 <i>Infraestrutura de Comunicação, Energia Elétrica</i>	27
2 3 1 <i>Comunicações</i>	27
2 3 2 <i>Energia</i>	27
3. ESTUDO POPULACIONAL x DEMANDAS.....	29
3 1 <i>Projeção da População Alvo</i>	30
3 1 1 <i>Os Modelos Estatísticos Considerados</i>	30
3 1 2 <i>Os modelos Estatísticos Ajustados e Escolha do Modelo para a Previsão de População</i>	31
3 1 3 <i>Taxas de Crescimento Populacional</i>	33
3 1 4 <i>Projeção da População Beneficiária do Projeto</i>	34
3 2 <i>Projeções de Demandas</i>	38
3 2 1 <i>Situação Sem Projeto</i>	38
3 2 2 <i>Situação Com Projeto</i>	42
3 3 <i>PROJEÇÕES DE OFERTA</i>	47
4. A CONCEPÇÃO PROPOSTA	51
4 1 <i>Fonte Hídrica</i>	54
4 2 <i>Captação - EEAB</i>	54
4 3 <i>Estação de Tratamento - ETA</i>	55

4 4 Elevatória de Água Tratada - EEAT	56
4 5 Adutora de Água Tratada	56
4 6 Reservação	57
5 DETALHAMENTO DO PROJETO	59
5 1 Generalidades	60
5 2 Parâmetros de Projeto	60
5 2 1 População	60
5 2 2 Etapas de Projeto	61
5 2 3 Parâmetros	62
5 2 4 Demandas x Vazões de Projeto	62
5 3 Critérios Básicos de Projeto	69
5 3 1 Perdas de Carga Uniformemente Distribuídas	69
5 3 2 - Perdas de Carga Localizadas	69
5 3 3 Curva Característica do Sistema	70
5 4 Determinação do Diâmetro Económico	70
5 4 1 Considerações Gerais	70
5 4 3 Conclusões	76
5 5 Elevatórias	76
5 6 – Adutora	79
5 6 1 Características Gerais da Adutora	79
5 6 2 Equipamentos de Proteção e Limpeza	81
5 3 3 Estudos dos Transientes Hidráulicos	82
5 7 estação de Tratamento ETA	82
5 7 1 Estação de Tratamento	82
5 7 2. Processo de Tratamento	83
5 7 3 Caracterização das Unidades do Sistema	84
5 8 Sistema Elétrico	87
6. RELAÇÃO DE DESENHOS.....	90
7. QUANTITATIVOS E CUSTOS.....	91
Resumo dos Investimento.....	92
Quantitativos e Custos Detalhados.....	93

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente documento consolida os serviços executados através do contrato n.º 010/PROAGUA/CE/SRH/99 firmado entre a SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos e o Consultor José Osmar Coelho Saraiva, para a elaboração dos estudos relativos a reformulação do Projeto Executivo das Adutoras de Chaval e Barroquinha, no estado do Ceará, no âmbito do PROÁGUA/Semi-árido – *Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-árido Brasileiro*

Os estudos desenvolvidos são apresentados em 03 (três) volumes, contendo textos e desenhos, conforme a itemização a apresentada a seguir

VOLUME 1 - Relatório Geral.

VOLUME 2 – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento,

VOLUME 3 - Desenhos

1. INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As cidades de Chaval e Barroquinha, apesar de localizarem-se em uma das áreas onde ocorrem os maiores índices pluviométricos da região do Estado (Região Norte), sempre conviveram com problemas relativos ao abastecimento d'água de seus habitantes. Os atuais sistemas são abastecidos a partir da exploração das águas subterrâneas obtidas através de poços tubulares

A situação mais crítica é a de Chaval, cujo sistema é operado pela CAGECE. Do sistema produtor consta de uma batena de 10 (dez) poços tubulares localizados na área urbana de Barroquinha, distante cerca de 15 Km do município de Chaval. Conforme informações locais obtidas junto à população e a CAGECE, além dos problemas relativos à oferta, existe uma grande rejeição por parte dos consumidores em razão da péssima qualidade da água (altos teores de sais)

Em Barroquinha o abastecimento é feito a partir da exploração de 04 (quatro) poços tubulares sob a responsabilidade da FNS. Embora a água ofertada apresente qualidade satisfatória para consumo, a produção atual não atende às demandas do sistema. Segundo informações da FNS, além da pequena vazão de produção dos poços (média de 10 m³/h), com o tempo esta tende a diminuir face a problemas de obstruções de suas paredes

Visando solucionar os problemas do abastecimento d'água de Chaval e Barroquinha, o governo do Estado priorizou a região com o projeto da barragem Itaúna, que, atualmente, encontra-se com suas obras em fase final de implantação

O Projeto Executivo das Adutoras de Chaval e Barroquinha foi elaborado pela COGERH/SRH através da empresa GHG LTDA. no ano de 1997. Os estudos foram desenvolvidos de acordo com as diretrizes do PROURB – Programa de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos. Além dos projetos relativos às adutoras, os estudos envolveram também a elaboração do Projeto Executivo da barragem Itaúna, priorizado como manancial principal para abastecimento das duas comunidades

Com a institucionalização do PROÁGUA, o governo do estado do Ceará, através da Secretaria dos Recursos Hídricos, baseados em estudos de hierarquização, insenu no Programa das obras prioritárias para implantação a partir do ano 2000, as adutoras de Chaval e Barroquinha, tendo como manancial o açude Itaúna

Visando atender aos requerimentos necessários para o financiamento da implantação do projeto através do PROAGUA, a SRH apresenta neste documento a revisão e reformulação dos estudos originalmente elaborados, de forma a adequá-los ao modelo de referência do Programa

Tendo como base os estudos originalmente elaborados, foram analisadas as diversas unidades do sistema (captação, elevação, adução e reservação) face às novas condições de demandas, aferidas através dos estudos elaborados pela SRH e o alcance adotado para o projeto, que é de 30 anos

Além do redimensionamento das unidades do projeto, os estudos constaram também da consolidação dos custos de investimentos, objetivando subsidiar a SRH na elaboração de sua viabilidade financeira e econômica, através da aplicação do modelo SIMOP

2. CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

2 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

2.1 Aspectos Físicos

2.1.1 Localização e Acesso

Os municípios de Barroquinha e Chaval localizam-se na região Noroeste do Estado do Ceará

Suas principais características geográficas são apresentadas no **Quadro 2.1**

Quadro 2.1 – Principais Indicadores Geográficos dos Municípios Contemplados

SITUAÇÃO GEOGRÁFICA	BARROQUINHA	CHAVAL
LATITUDE	3° 01' 08"	3° 02' 01"
LONGITUDE	41° 08' 10"	41° 14' 38"
AREA	367,90 Km ²	247,90 Km ²
ALTITUDE DA SEDE	94,00 m	12,00 m
LIMITES		
NORTE	Camocim e Oceano Atlântico	Barroquinha e Estado do Piauí
SUL	Chaval e Granja	Granja
LESTE	Camocim	Granja e Barroquinha
OESTE	Estado do Piauí e Chaval	Estado do Piauí e Granja

O acesso rodoviário é feito a partir de Fortaleza, pela BR 222 até Sobral, complementado pelas rodovias CE 364 entre Sobral e Camocim e BR 402 entre Camocim e Barroquinha/Chaval

A **Figura 2.1** mostra a localização das sedes municipais de Chaval e Barroquinha em relação ao contexto estadual



**FIGURA 2.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO
DE CHAVAL E BARROQUINHA**

000014

2 1 2 Fisiografia Regional

a) Chaval

O quadro geológico do município de Chaval é composto por granitos do Pré-Cambriano e por sedimentos areno-argilosos, com níveis conglomeráticos, de idade terciário-quadernária, pertencentes à Formação Barreiras. Ocorrem ainda coberturas aluvionares, quadernárias, formadas por areias, siltes, argilas e cascalhos, que se distribuem ao longo dos principais cursos d'água que drenam o município.

Segundo o Atlas do Ceará (IPLANCE, 1997) e o Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH/CE, 1992), a temperatura média anual varia entre mínimas de 19 °C e máximas de 29 °C. A precipitação pluviométrica média varia em torno de 1 000 mm.

O relevo local é plano, com fraco entalhamento pelas drenagens, correspondente ao modelado dos tabuleiros pré-litorâneos. As altitudes são inferiores a 200 metros. Planossolos são os solos com maior distribuição, ocorrendo também os solos litólicos. A vegetação é típica de tabuleiros, ocorrendo também a caatinga e manguezais em zonas mais restritas.

b) Barroquinha

Conforme dados do Instituto de Planejamento do Ceará (1997) e da Secretaria de Recursos Hídricos (1992), a região de Barroquinha registra um clima com temperaturas médias que variam de 19 °C nos meses de chuva a 29 °C no verão, e precipitação pluviométrica entre 1 000 e 1 100 mm anuais.

A morfologia do terreno é de dunas móveis e fixas no litoral, e de tabuleiros em direção ao interior, com altitudes geralmente inferiores a 100 m. Os solos ali encontrados são podzólicos e areias distróficas, com a cobertura vegetal típica de zona litorânea: estrato gramíneo-herbáceo nas dunas, vegetação florestal na retaguarda das dunas e espécies da caatinga e mata serrana na faixa de tabuleiros. Barroquinha encontra-se situada dentro da região hidrográfica do rio Coreá, tendo em destaque os rios Timonha e Tapuio.

O substrato local é constituído por sedimentos detríticos conglomeráticos a areno-argilosos, do Terciário/Quadernário, e pelos sedimentos arenosos das dunas e aluviões, do Quadernário.

A **Figura 2.2** mostra a localização dos municípios de Chaval e Barroquinha em relação aos domínios sedimentar e cristalino do estado do Ceará.

2.2 Aspectos Sócio-Econômicos

2.2.1 Saúde

Os municípios contam com serviços públicos de saúde ligados ao SUS – Sistema Único de Saúde. Chaval contava, em 1977, com 15 unidades prestadoras de serviços de saúde distribuídas em hospitais, postos de saúde e centros de saúde, totalizando apenas 84 leitos. O número de profissionais de saúde prestando serviços na rede pública e privada era de 151, entre médicos, dentistas, enfermeiros e agentes de saúde.

Em relação a Barroquinha, o número de unidades de saúde cadastradas no mesmo período era de 4, sem a inexistência de leitos. O número de profissionais de saúde prestando serviços na rede pública e privada era de 24, entre médicos, dentistas, enfermeiros e agentes de saúde.

As principais doenças infecto-contagiosas registradas em 1977 nos dois municípios foram a hanseníase (0), hepatite virais (05), Aids (0), meningite meningocócica (02) e tuberculose (13).

Os principais indicadores de saúde são resumidos a seguir:

• Chaval	
➤ Atendimento médico(consultas)/1000 hab	1 539,74
➤ Atendimento médico(procedimentos)/1000 hab	42,80
➤ Atendimento odontológico/1000 hab	738,88
➤ Nascidos vivos (nv)	286
➤ Óbitos menores de 1,0 ano	15
➤ Leitos/1 000 hab	3,50
➤ Unidades de saúde/1 000 hab	0,44

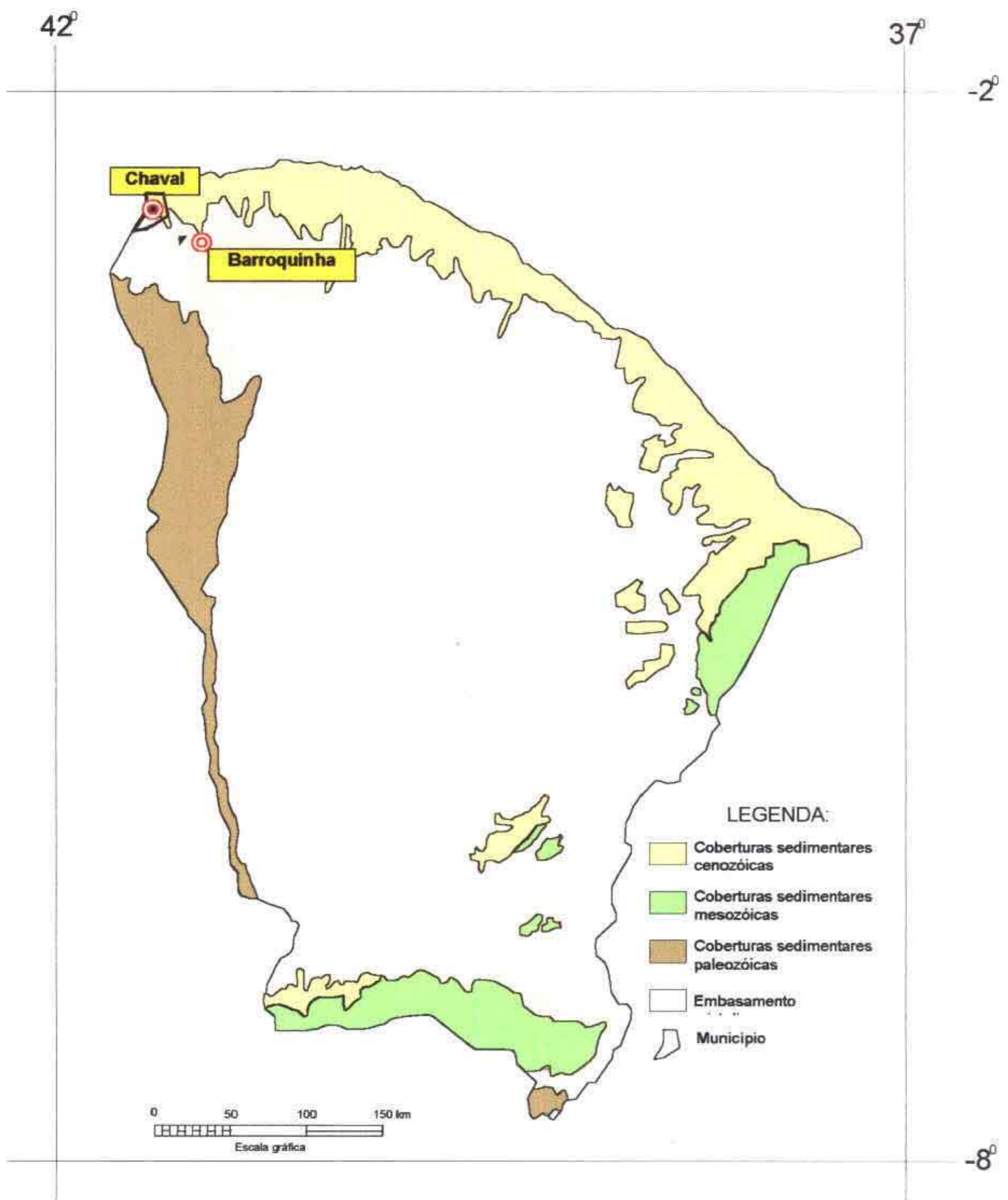


Figura 2.2 – Localização do município de Chaval e Barroquinha em relação aos domínios sedimentares e cristalino do estado do Ceará

Barroquinha

➤ Atendimento odontológico/1000 hab	132,00
➤ Nascidos vivos (nv)	338,00
➤ Óbitos menores de 1.0 ano	20
➤ Unidades de saúde/1 000 hab	0.31

Os demais indicadores relativos a saúde dos municípios de Chaval e Barroquinha são apresentados nos **Quadros 2.3 e 2.4**, respectivamente

2.2.2 Educação

Os municípios objeto do estudo são servidos de escolas que cobrem até o 2º grau. O ensino municipal é mais significativo pela sua abrangência no nível fundamental onde se encontram registrados o maior número de matrículas. Em termo de dependência administrativa, o município de Chaval participa com 87% das unidades escolares e Barroquinha com 83%. Os principais indicadores educacionais dos dois municípios, relativos ao ano de 1997, são resumidos a seguir

• Chaval

➤ Relação aluno docente	35,64
➤ Relação aluno/sala de aula	54,18
➤ Taxa de escolaridade bruta no ensino fundamental (%)	123,88
➤ Taxa de escolaridade real no ensino fundamental (%)	75,99
➤ Taxa de analfabetismo de 11 a 17 anos (%)	26,08
➤ Taxa de aprovação no ensino fundamental (%)	47,69
➤ Taxa de evasão no ensino fundamental (%)	12,47
➤ Taxa de repetência no ensino fundamental (%)	19,78
➤ Taxa de aprovação no ensino médio (%)	47,77
➤ Taxa de evasão no ensino médio (%)	13,38
➤ Taxa de repetência no ensino médio (%)	0,12

Barroquinha

➤ Relação aluno docente	26,38
➤ Relação aluno/sala de aula	50,12
➤ Taxa de escolaridade bruta no ensino fundamental (%)	138,24
➤ Taxa de escolaridade real no ensino fundamental (%)	93,36
➤ Taxa de aprovação no ensino fundamental (%)	25,62
➤ Taxa de evasão no ensino fundamental (%)	8,22
➤ Taxa de repetência no ensino fundamental (%)	33,02

Os demais indicadores relativos a educação dos municípios de Chaval e Barroquinha são apresentados nos **Quadros 2.5 e 2.6**, respectivamente

2.2.3 Estrutura Fundiária

Os dados relativos a estrutura fundiária dos dois municípios são apresentados nos **Quadros 2.7 e 2.8**

De acordo com os dados apresentados, foram cadastrados em 1997, 87 imóveis rurais em Chaval, totalizando uma área de 12378,00 há. Em Barroquinha o número de imóveis cadastrados foi de 79 com uma área total de 16722,40 ha

Quanto a classificação relativa a categoria dos imóveis, os dois municípios apresentam características semelhantes. O total de imóveis cadastrados em Chaval, cerca de 80% foram classificados como minifúndios ou pequena propriedade, mas detém apenas 37% da área total. Quanto ao uso da terra, apenas 2,29% dos imóveis foram classificados como produtivos.

A classificação dos imóveis em Barroquinha apresenta o seguinte quadro: do total de imóveis cadastrados, cerca de 75% foram classificados como minifúndios ou pequena propriedade, e ocupam cerca de 28,0% da área total. Quanto ao uso da terra, apenas 16,32% dos imóveis foram classificados como produtivos.

Quadro 2.3 – Principais Dados Relativos à Saúde em Chaval

UNIDADES DE SAÚDE LIGADAS AO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - 1997

TIPO DE PRESTADOR	NÚMERO	%
TOTAL	5	100,0
Público		
Federal	-	-
Estadual	-	-
Municipal	2	41,0
Privada		
Contratada	2	40,0
Filantrópica	-	-
Sindical	1	25,0

UNIDADES DE SAÚDE LIGADAS AO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - 1997

TIPO DE PRESTADOR	NÚMERO	%
TOTAL	5	100,0
Posto de Saúde	-	-
Centro de Saúde	-	-
Ambulatório	1	20,0
Consultório	2	40,0
Médico/Odontológico		
Clinica Medica/Odontológica	-	-
Hospital e Maternidade	-	-
Unidade Mista	-	-
Unidade Móvel	-	-
Outro	2	40,0

Quadro 2.3 – Principais Dados Relativos á Saúde em Chaval (continuação)**LEITO POR UNIDADE DE SAÚDE - 1997**

TIPO	NÚMERO	%
TOTAL	40	100,0
Federal	-	-
Municipal	20	50,0
Estadual	20	50,0
Contratado	-	-
Filantrópica	-	-

PROFISSIONAIS DE SAÚDE - 1997

DESCRIÇÃO	NÚMERO
Médico	11
Enfermeiro	4
Dentista	4
Agente de Saúde	24
Outro Profissional de Nível Médio	25

PROGRAMA DE SAÚDE DA FAMÍLIA - 1997

AGENTE DE SAÚDE	FAMÍLIAS ACOMPANHADAS	POPULAÇÃO ASSISTIDA
24	2.659	11.434

COBERTURA VACINAL EM MENORES DE 1 ANO - 1997

DISCRIMINAÇÃO	IMUNIZAÇÃO (%)
Pólio	100,00
Triplice	100,00
Sarampo	100,00
BCG	100,00

Quadro 2.4 – Principais Indicadores Relativos a Saúde em Barroquinha**UNIDADES DE SAÚDE LIGADAS AO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - 1997**

TIPO DE PRESTADOR	NÚMERO	%
TOTAL	4	100,0
Público		
Federal	2	50,0
Estadual	1	25,0
Municipal	1	25,0
Privada		
Contratada	-	-
Filantrópica	-	-
Sindical	-	-

UNIDADES DE SAÚDE LIGADAS AO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - 1997

TIPO DE PRESTADOR	NÚMERO	%
TOTAL	4	100,0
Posto de Saúde	3	75,0
Centro de Saúde	1	25,0
Ambulatório	-	-
Consultório	-	-
Médico/Odontológico	-	-
Clinica Médica/Odontológica	-	-
Hospital e Maternidade	-	-
Unidade Mista	-	-
Unidade Móvel	-	-
Outro	-	-

Quadro 2.4 – Principais Indicadores Relativos a Saúde em Barroquinha (continuação)**LEITO POR UNIDADE DE SAÚDE - 1997**

TIPO	NÚMERO	%
TOTAL	-	-
Federal	-	-
Municipal	-	-
Estadual	-	-
Contratado	-	-
Filantrópica	-	-

PROFISSIONAIS DE SAÚDE - 1997

DESCRIÇÃO	NÚMERO
Médico	5
Enfermeiro	1
Dentista	1
Agente de Saúde	8
Outro Profissional de Nível Médio	9

PROGRAMA DE SAÚDE DA FAMÍLIA - 1997

AGENTE DE SAÚDE	FAMÍLIAS ACOMPANHADAS	POPULAÇÃO ASSISTIDA
8	3.036	13.053

COBERTURA VACINAL EM MENORES DE 1 ANO - 1997

DISCRIMINAÇÃO	IMUNIZAÇÃO (%)
Pólio	97,03
Tríplice	76,49
Sarampo	100,00
BCG	100,00

Quadro 2.5 – Principais Dados Educacionais de Chaval

DOCENTES, MATRÍCULA INICIAL E SALAS DE AULA - 1997

TIPO DE PRESTADOR	DOCENTES		MATRÍCULA INICIAL		SALAS DE AULA	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%	NÚMERO	%
TOTAL	149	100	5.310	100,00	98	100,00
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	39	26,17	1.498	27,99	18	18,37
Municipal	110	73,83	3.812	71,79	80	81,63
Particular	-	-	-	-	-	-

ESTABELECIMENTO DE ENSINO, FUNÇÕES DOCENTES E MATRÍCULA INICIAL - 1997

NÍVEIS DE ENSINO/DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVO	DE	ESTABELECIMENTO ⁽¹⁾		FUNÇÕES DOCENTES ⁽²⁾		MATRÍCULA INICIAL	
		NÚMERO	%	NÚMERO	%	NÚMERO	%
TOTAL		32	100,00	57	100,00	1.085	100
Federal		-	-	-	-	-	-
Estadual		2	6,25	4	7,02	104	9,59
Municipal		30	93,75	53	92,98	981	90,4
Particular		-	-	-	-	-	-
ENSINO FUNDAMENTAL		33	100,00	113	100,00	3.802	100
Federal		-	-	-	-	-	-
Estadual		2	6,06	35	30,97	1.237	32,5
Municipal		31	93,94	78	69,03	2.565	67,5
Particular		-	-	-	-	-	-
ENSINO MÉDIO		1	100,00	8	100,00	157	100
Federal		-	-	-	-	-	-
Estadual		1	100,00	8	100,00	157	100
Municipal		-	-	-	-	-	-
Particular		-	-	-	-	-	-

FONTE: IPLANCE: Perfil Básico Municipal Chaval, 1987

Quadro 2.6 – Principais Dados Educacionais de Barroquinha

DOCENTES, MATRICULA INICIAL E SALAS DE AULA - 1997

TIPO DE PRESTADOR	DOCENTES		MATRICULA INICIAL		SALAS DE AULA	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%	NÚMERO	%
TOTAL	190	100,00	5.012	100,00	100	100,00
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	-	-	-	-
Municipal	188	98,95	4.997	99,70	98	98,00
Particular	2	1,05	15	0,30	2	2,00

FONTE: SEDUC/Diretoria de Estatística – Sistema de Informações Educacionais

ESTABELECIMENTO DE ENSINO, FUNÇÕES DOCENTES E MATRICULA INICIAL - 1997

NÍVEIS DE ENSINO/DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVO	ESTABELECIMENTO ⁽¹⁾		FUNÇÕES DOCENTES ⁽²⁾		MATRÍCULA INICIAL	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%	NÚMERO	%
TOTAL	49	100,00	63	100,00	863	100,00
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	-	-	-	-
Municipal	48	97,96	68	96,83	848	99,26
Particular	1	2,04	2	3,17	150	1,74
ENSINO FUNDAMENTAL	59	100,00	161	100,00	4.149	100,00
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	-	-	-	-
Municipal	59	85,94	161	55,22	4.149	49,78
Particular	-	-	-	-	-	-
ENSINO MÉDIO	-	-	-	-	-	-
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	-	-	-	-
Municipal	-	-	-	-	-	-
Particular	-	-	-	-	-	-

FONTE: IPLANCE, 1988

Quadro 2.7 – Estrutura Fundiária de Chaval

CLASSE DE ÁREA TOTAL - 1997

CLASSES (ha)	NÚMERO DE IMÓVEIS	ÁREA (ha)
TOTAL	87	12.378,00
Igual a 0 ⁽¹⁾	-	-
Até 5	3	7,90
Mais de 5 a 10	2	13,60
Mais de 10 a 50	29	974,5
Mais de 50 a 100	22	1.691,60
Mais de 100 a 500	26	5.702,30
Mais de 500 a 1.000	4	2.199,70
Mais de 1.000 a 5.000	1	1.788,40
Mais de 5.000 a 10.000	-	-
Mais de 10.000 a 50.000	-	-
Mais de 50.000	-	-

CATEGORIA DO IMÓVEL - 1997

MÓDULO FISCAIS	IMÓVEL	ÁREA TOTAL (há)	PRODUTIVA		NÃO PRODUTIVA	
			IMÓVEIS	ÁREA (ha)	IMÓVEIS	ÁREA (ha)
TOTAL	87	12.378,00	1	283,40	49	10.943,8
Minifúndio e não classificado	37	1.150,80	-	-	-	-
Pequena Propriedade	33	3.432,60	-	-	33	3.432,6
Média Propriedade	16	6.006,20	1	238,40	15	5.722,8
Grande Propriedade	1	1.788,40	-	-	1	1.788,40

FONTE: INCRA, Sistema de Estatística Cadastrais

USO DA TERRA - 1997

USO	ÁREA DOS IMÓVEIS (%)		
	TOTAL	PRODUTIVO	NÃO PRODUTIVO
Com relação ao município	90,70	2,29	88,41
Com relação ao Estado	0,22	0,01	0,21

FONTE: IPLANCE, 1988

Quadro 2.8 – Estrutura Fundiária de Barroquinha

CLASSE DE ÁREA TOTAL - 1997

CLASSES (ha)	NÚMERO DE IMÓVEIS	ÁREA (ha)
TOTAL	79	16.722,40
Igual a 0 ⁽¹⁾	-	-
Até 5	4	8,00
Mais de 5 a 10	1	7,10
Mais de 10 a 50	18	572,50
Mais de 50 a 100	16	1.022,50
Mais de 100 a 500	28	5.277,70
Mais de 500 a 1.000	9	6.204,20
Mais de 1.000 a 5.000	3	3.630,40
Mais de 5.000 a 10.000	-	-
Mais de 10.000 a 50.000	-	-
Mais de 50.000	-	-

CATEGORIA DO IMÓVEL - 1997

MÓDULO FISCAIS	IMÓVEL	ÁREA TOTAL (há)	PRODUTIVA		NÃO PRODUTIVA	
			IMÓVEIS	ÁREA (ha)	IMÓVEIS	ÁREA (ha)
TOTAL	79	16.722,4	5	2.729,6	47	13.127,7
Minifúndio e não classificado	27	865,1	-	-	-	-
Pequena Propriedade	32	3.760,5	1	58,0	31	3.702,5
Média Propriedade	16	7.503,1	4	2.671,6	12	4.831,5
Grande Propriedade	4	4.593,7	-	-	4	4.593,7

FONTE: INCRA, Sistema de Estatística Cadastrais

USO DA TERRA - 1977

USO	ÁREA DOS IMÓVEIS (%)		
	TOTAL	PRODUTIVO	NÃO PRODUTIVO
Com relação ao município	94,82	16,32	78,50
Com relação ao Estado	0,37	0,12	0,25

FONTE: IPLANCE, 1988

2.3 Infraestrutura de Comunicação, Energia Elétrica

2.3.1 Comunicações

Estes serviços são assegurados, nos dois municípios, pela Companhia de Comunicação do Ceará – TELECEARÁ e pela Empresa Brasileira de correios e Telégrafos – ECT, conforme dados apresentados a seguir

• Chaval	
➤ Terminais telefônicos convencionais em serviço	167
➤ Terminais telefônicos móveis em serviço	01
➤ Terminais telefônicos públicos	04
➤ Agências de correios	01
➤ Caixas de coletas	01
• Barroquinha	
➤ Terminais telefônicos convencionais em serviço	80
➤ Terminais telefônicos públicos	02
➤ Agências de correios	01
➤ Caixas de coletas	01
➤ Emissoras de rádio AM	01
➤ Emissoras de rádio FM	01

2.3.2 Energia

O nível de consumo de energia é predominantemente residencial seguido pelos consumos rurais e públicos. Em relação ao consumo industrial, os dois municípios apresentam números inexpressíveis, denotando portanto que esta atividade não participa da formação econômica nas comunidades.

O **Quadro 2.9** apresenta os dados relativos ao consumo de energia elétrica nos municípios de Chaval e Barroquinha.

Quadro 2.9 – Consumo e Consumidores de Energia Elétrica

CLASSES (ha)	CONSUMO			NÚMERO DE
	MWh	% SOBRE TOTAL DO MUNICÍPIO	% SOBRE TOTAL DO ESTADO	
TOTAL CHAVAL	2 057	100	0,04	1 825
Residencial	1 252	60,87	0,08	1 609
Industrial	72	3,5	0,01	7
Comercial	201	9,77	0,02	154
Rural	25	1,21	0,01	12
Público	506	24,6	0,09	43
Próprio	1	0,05	0,01	-
TOTAL BARROQUINHA	2 194	100	0,05	2 128
Residencial	1 106	50,41	0,07	1 908
Industrial	22	1,00	-	7
Comercial	101	4,60	0,01	137
Rural	48	2,19	0,02	22
Público	916	41,75	0,16	53
Próprio	1	0,05	0,01	1

FONTE IPLANCE, 1988

3. ESTUDO POPULACIONAL x DEMANDAS

4. ESTUDO POPULACIONAL x DEMANDAS

3.1. Projeção da População Alvo

Com o propósito de estimar a demanda de água para as comunidades alvo do projeto, a SRH elaborou estudos específicos relativos as projeções populacionais para as duas comunidades e aos consumos per capita atual, visando aferir os parâmetros básicos a serem adotados para o projeto. Os dados de referência adotados nos estudos foram os dos censos de 1980, 1991 e 1996, e modelos estatísticos apropriados às projeções de população. Os resultados obtidos nos estudos da SRH são apresentados a seguir.

3.1.1. Os Modelos Estatísticos Considerados.

Foram considerados nos estudos modelos estatísticos para ajuste das tendências de crescimento populacional, conforme discriminados a seguir.

a) Modelo Linear.

Conforme este modelo, o crescimento populacional é expresso por uma equação linear simples, ou seja

$$P_n = a + bx_n \quad \text{onde}$$

P_n = população da localidade no n-ésimo ano.

x_n = número de anos entre T_n e T_0 ($x = T_n - T_0$),

a e b = parâmetros a serem estimados

b) Modelo Potência.

Este modelo considera a função potência como básica para a determinação da população futura, isto é,

$$P_n = a x_n^b \quad (a > 0)$$

c) Modelo Exponencial.

$$P_n = a e^{bx} \quad (a > 0, P_n > 0)$$

d) Modelo Logarítmico.

Este modelo pressupõe que os dados ajustam-se a uma função logarítmica, ou seja

$$P_n = a + b \ln(x_n)$$

3.1.2 Os modelos Estatísticos Ajustados e Escolha do Modelo para a Previsão de População

Para cada localidade selecionou-se o modelo estatístico que melhor expressou a tendência histórica do crescimento populacional, considerando os valores populacionais censitários relativos aos anos de 1980, 1991 e 1996, obtidos junto à Fundação IBGE. O valor do coeficiente R^2 associado à cada regressão, para cada comunidade, foi utilizado para escolher o modelo estatístico a ser empregado nas projeções.

Os **Quadros 3.1, 3.2 e 3.3** apresentam os modelos estatísticos ajustados, os respectivos coeficientes R^2 , os valores populacionais observados (conforme os censos) e projetados empregando-se cada um dos modelos estudados, respectivamente para Barroquinha, Chaval e Passagem do Vaz.

Com base nestes resultados e no critério de escolha indicado anteriormente, selecionaram-se, respectivamente, os modelos potência ($R^2 = 99,82$) para Barroquinha, Linear ($R^2 = 99,98$) para Chaval e Exponencial ($R^2 = 98,43$) para Passagem do Vaz, para projetar a população das comunidades. Para todas as comunidades, os modelos ajustados apresentaram excelentes ajustamentos aos dados censitários.

QUADRO 3 1 – Modelos Econometricos Ajustados – Barroquinha

Discriminação	Equação ajustada	Coeficiente R ² (%)	População do período de ajuste		
			1980	1991	1996
Censo IBGE			1 803	3 287	3 759
Linear	P=587,43+124,33 x	99,41	1 831	3 198	3 820
Potência	P=300,85 x ^{0,77943}	99,82	1 810	3 228	3 813
Exponencial	P=1144,59 e ^{0,04734 x}	98,11	1 838	3 093	3 919
Logarítmica	P=2887,20+2034,90Ln x	99,76	1 798	3 308	3 743

QUADRO 3 2 – Modelos Econometricos Ajustados – Chaval

Discriminação	Equação ajustada	Coeficiente R ² (%)	População do período de ajuste		
			1980	1991	1996
Censo IBGE			4 499	6 650	7 575
Linear	P=2578,30+192,79 x	99,98	4 506	6 627	7 591
Potência	P=1293,88 x ^{0,54043}	99,92	4.491	6 706	7.526
Exponencial	P=3253,87 e ^{0,03305 x}	99,54	4 528	6 513	7 684

QUADRO 3.3 – Modelos Econometricos Ajustados – Passagem do Vaz

Discriminação	Equação ajustada	Coeficiente R ² (%)	População do período de ajuste		
			1980	1991	1996
Censo IBGE			189	238	282
Linear	$P=130.13+5,5896x$	96,72	186	248	275
Potência	$P=76,04x^{0,39071}$	95,18	187	250	272
Exponencial	$P=146.85e^{0.02435x}$	98.43	187	245	277
Logarítmica	$P=-19,54+89,20Ln x$	92,47	186	252	271

3.1.3 Taxas de Crescimento Populacional

Com base nos modelos selecionados foram calculadas taxas geométricas médias de crescimento, apresentadas no **Quadro 3.4**, para as localidades de Barroquinha, Chaval e Passagem do Vaz, conforme os períodos. Apesar do excelente ajustamento aos dados censitários, a estimativa das taxas médias de crescimento populacional para a localidade de Passagem do Vaz mostram-se elevadas quando comparadas ao padrão de crescimento populacional brasileiro atual e futuro.

QUADRO 3 4 – Taxas geometrica de crescimento da população nas comunidades alvo conforme os modelos selecionados

Períodos	Barroquinha (%/ano)	Chaval (%/ano)	Passagem do Vaz
1996/2000	3.1921	2.5019	1.9651
2001/2005	2.3930	2.1812	2,4644
2006/2010	2.0742	1,9666	2.4644
2011/2015	1.8305	1,7905	2.4644
2016/2020	1.6380	1.6433	2,4644
2021/2025	1.4822	1.5185	2,4644
2026/2030	1,3535	1.4113	2.4644
1996/2030	1,9780	1,8539	2,4055

Contudo dada a proximidade desta localidade em relação a barragem (açude) Itaúna, a qual fornecera água para as comunidades em estudo, e, portanto, a influência natural da barragem nesta comunidade e também a influência da população marginal das agrovilas programadas para áreas próximas, decidiu-se, de forma consensual com técnicos da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, empregar, para maior segurança, a taxa média de crescimento populacional observada para Chaval, estimada em 1.85% ao ano

3.1.4. Projeção da População Beneficiária do Projeto

Os **Quadros 3 5 a 3 7** apresentam as projeções de população das comunidades alvo do projeto. Essa projeção considerou a população existente em 1996, estimada com base na "Contagem da População", realizada pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e as taxas de crescimento demográfico definidas anteriormente.

QUADRO 3.5 - Projeção de População Beneficiária do Projeto - Chaval, em Habitantes

<i>Discriminação</i>	<i>Anos</i>																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Taxa de Crescimento(%)	2,502	2,502	2,502	2,181	2,181	2,181	2,181	2,181	1,967	1,967	1,967	1,967	1,967	1,790	1,790	1,790	1,790
População (Hab)	7.976	8.176	8.381	8.563	8.750	8.941	9.136	9.335	9.519	9.706	9.897	10.092	10.290	10.474	10.662	10.853	11.047

<i>Discriminação</i>	<i>Anos</i>																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Taxa de Crescimento(%)	1,790	1,790	1,643	1,643	1,643	1,643	1,500	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518	1,411	1,411	1,411	1,411	1,411
População (Hab)	11.047	11.245	11.430	11.617	11.808	12.002	12.182	12.367	12.555	12.746	12.939	13.136	13.321	13.509	13.700	13.893	14.089

QUADRO 3.6 - Projeção da População - Barroquinha e Lagoa do Mato, em Habitantes

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Barroquinha																	
Taxa de Crescimento(%)	2,393	2,393	2,393	2,393	2,393	2,393	2,393	2,393	2,074	2,074	2,074	2,074	2,074	1,830	1,830	1,830	1,830
População (Hab)	4.039	4.136	4.235	4.336	4.440	4.546	4.655	4.766	4.865	4.966	5.069	5.174	5.282	5.378	5.477	5.577	5.679
Lagoa do Mato																	
Taxa de Crescimento(%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
População (Hab)	56	57	58	59	61	62	63	64	66	67	68	70	71	72	74	75	77
TOTAL	4.095	4.193	4.293	4.396	4.501	4.608	4.718	4.831	4.931	5.033	5.138	5.244	5.353	5.451	5.551	5.652	5.756

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Barroquinha																	
Taxa de Crescimento(%)	1,83	1,83	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
População (Hab)	5.679	5.783	5.878	5.974	6.072	6.171	6.273	6.366	6.460	6.556	6.653	6.751	6.843	6.935	7.029	7.124	7.221
Lagoa do Mato																	
Taxa de Crescimento(%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
População (Hab)	77	78	80	82	83	85	87	88	90	92	94	96	97	99	101	103	106
TOTAL	5.756	5.862	5.958	6.056	6.155	6.256	6.359	6.454	6.550	6.648	6.747	6.847	6.940	7.035	7.131	7.228	7.326

QUADRO 3.7 - Projeção de População Beneficiária do Projeto - Passagem do Vaz, em Habitantes

<i>Discriminação</i>	<i>Anos</i>																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Taxa de Crescimento(%)	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850
População (Hab)	290	296	301	307	312	318	324	330	336	342	349	355	362	368	375	382	389

<i>Discriminação</i>	<i>Anos</i>																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Taxa de Crescimento(%)	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
População (Hab)	389	397	404	411	419	427	435	443	451	459	468	476	485	494	503	513	522

3.2. Projeções de Demandas

3.2.1 Situação Sem Projeto

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

Para os conectados, a demanda para a situação sem projeto, foi estimada considerando-se o consumo médio per capita atual, o nível médio de cobertura atual, obtidos junto as companhias operadoras nas comunidades alvo do estudo, relativos aos últimos doze meses, e a população do ano de 1999

Para os não ligados à rede, considerou-se o consumo médio atual, estimado com base no estudo "Execução de Serviços Técnicos Sobre a Demanda de Água no Nordeste", pesquisa encomendada pelo Banco do Nordeste e realizada pela PBLM Consultoria, em 1977, e nas fontes alternativas atuais de abastecimento de água nas respectivas comunidades, obtidas conforme dados da pesquisa domiciliar realizada na área. Para as comunidades beneficiadas, o consumo per capita das famílias não ligadas foram

- Barroquinha 69,74 m³/família/ mês
- Chaval 31,39 m³/família/ mês
- Passagem do Vaz 33,48 m³/família/ mês

Desta forma, a demanda de água para a situação sem projeto foi calculada multiplicando-se a população estimada para o ano de 1999 pelo percentual relativo ao nível de cobertura atual vezes o consumo per capita médio atual da população ligada mais a população não ligada vezes o consumo per capita estimado. Este nível de demanda foi mantido constante durante todo o horizonte de análise do projeto, considerando que o sistemas atuais não permite expansão de oferta de água. Os cálculos são apresentados nos Quadros 3.8 a 3.10

QUADRO 3.8 - Estimativa de Demanda para a Situação Sem Projeto, Chaval, em m3/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76
Não Ligados(l/hab/dia)	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39
Nível de atendimento(%)	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49
Demanda																	
Ligados(m3/ano)	106.647	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315
Não Ligados (m3/ano)	55.299	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683
DEMANDA SEM (m3/ano)	161.946	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998

Nota: Demanda = população ligada x consumo médio + população não-ligada x consumo médio estimado

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76	92,76
Não Ligados(l/hab/dia)	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39	31,39
Nível de atendimento(%)	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49	39,49
Demanda																	
Ligados(m3/ano)	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315	109.315
Não Ligados (m3/ano)	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683	56.683
DEMANDA SEM (m3/ano)	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998	165.998

Nota: Demanda = população ligada x consumo médio + população não-ligada x consumo médio estimado

000040

QUADRO 3.9 - Estimativa de Demanda para a Staçao San Projeo, Barroquinha e Lagoa do Mato, em m3/ano

Discriminaçao	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Barroquinha																	
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97
Não Ligados(l/hab/dia)	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74
Nivel de atendimento(%)	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66
Demanda																	
Ligados(m3/ano)	90.535	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702
Não Ligados (m3/ano)	36.337	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206
SUB-TOTAL	126.872	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908
Lagoa do Mato																	
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)																	
Não Ligados(l/hab/dia)	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48
Nivel de atendimento(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda																	
Ligados(m3/ano)																	
Não Ligados (m3/ano)	684	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698
SUB-TOTAL	684	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698
DEMANDA SEM (m3/ano)	127.556	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606

Discriminaçao	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Barroquinha																	
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97	94,97
Não Ligados(l/hab/dia)	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74	69,74
Nivel de atendimento(%)	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66	64,66
Demanda																	
Ligados(m3/ano)	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702	92.702
Não Ligados (m3/ano)	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206	37.206
SUB-TOTAL	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908	129.908
Lagoa do Mato																	
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)																	
Não Ligados(l/hab/dia)	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48
Nivel de atendimento(%)																	
Demanda																	
Ligados(m3/ano)																	
Não Ligados (m3/ano)	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698
SUB-TOTAL	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698
DEMANDA SEM (m3/ano)	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606	130.606

Nota: Demanda = população ligada x consumo médio + população não-ligada x consumo médio estimado

QUADRO 3.10 - Estimativa de Demanda para a Situação Sem Projeto, Passagem do Vaz, em m³/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)																	
Não Ligados(l/hab/dia)	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48
Nível de atendimento(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda																	
Ligados(m ³ /ano)																	
Não Ligados (m ³ /ano)	3.548	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614
DEMANDA SEM (m³/ano)	3.548	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614

Nota: Demanda = população ligada x consumo médio - população não-ligada x consumo médio estimado

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo per capita																	
Ligados(l/hab/dia)																	
Não Ligados(l/hab/dia)	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48	33,48
Nível de atendimento(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda																	
Ligados(m ³ /ano)																	
Não Ligados (m ³ /ano)	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614
DEMANDA SEM (m³/ano)	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614

Nota: Demanda = população ligada x consumo médio + população não-ligada x consumo médio estimado

000042

QUADRO 3.11 - Estimativa de Demanda para a Situação Com Projeto, Chaval, em m³/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Consumo per capita																	
(l/hab/dia)	92,76	92,76	92,76	108,00	115,00	118,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Nível de atendimento(%)	39,49	39,49	39,49	80	85	90	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
DEMANDA COM (m ³ /ano)	106.647	109.315	112.050	270.053	312.193	346.579	380.148	388.440	396.079	403.869	411.811	419.910	428.168	435.834	443.637	451.580	459.666

Nota: Demanda com projeto = população total x consumo per capita x nível de atendimento

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo per capita																	
(l/hab/dia)	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Nível de atendimento(%)	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
DEMANDA COM (m ³ /ano)	459.666	467.896	475.585	483.400	491.344	499.418	506.909	514.607	522.421	530.354	538.407	546.583	554.297	562.120	570.033	578.098	586.257

Nota: Demanda com projeto = população total x consumo per capita x nível de atendimento

000043

QUADRO 3.12 - Estimativa de Demanda para a Situação Com Projeto, Barroquinha e Lagoa do Mato, em m³/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Barroquinha																	
Consumo per capita																	
(l/hab/dia)	94,97	94,97	94,97	108,00	112,00	120,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00
Nível de atendimento(%)	64,66	64,66	64,66	83	86	89	92	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
SUB-TOTAL	90.535	92.702	94.920	141.876	156.097	177.222	190.706	201.637	205.820	210.089	214.447	218.895	223.435	227.525	231.690	235.931	240.250
Lagoa do Mato																	
Consumo per capita																	
(l/hab/dia)				85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Nível de atendimento(%)				80	85	90	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SUB-TOTAL	0	0	0	1.475	1.599	1.726	1.859	1.996	2.036	2.076	2.118	2.160	2.203	2.248	2.292	2.338	2.385
DEMANDA COM (m ³ /ano)	90.535	92.702	94.920	143.351	157.695	178.949	192.565	203.633	207.856	212.165	216.565	221.055	225.639	229.773	233.983	238.270	242.635

Nota: Demanda com projeto = população total x consumo per capita x nível de atendimento

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Barroquinha																	
Consumo per capita																	
(l/hab/dia)	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00	122,00
Nível de atendimento(%)	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
SUB-TOTAL	240.250	244.648	248.655	252.728	256.868	261.075	265.352	269.285	273.276	277.327	281.437	285.609	289.474	293.392	297.363	301.388	305.467
Lagoa do Mato																	
Consumo per capita																	
(l/hab/dia)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Nível de atendimento(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SUB-TOTAL	2.385	2.433	2.481	2.531	2.582	2.633	2.686	2.740	2.794	2.850	2.907	2.966	3.025	3.085	3.147	3.210	3.274
DEMANDA COM (m ³ /ano)	242.635	247.081	251.137	255.259	259.450	263.709	268.038	272.025	276.071	280.177	284.345	288.574	292.499	296.478	300.510	304.598	308.741

Nota: Demanda com projeto = população total x consumo per capita x nível de atendimento

QUADRO 3.13 - Estimativa de Demanda para a Situação Com Projeto, Passagem do Vaz, em m3/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Consumo per capita (l/hab/dia)				102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00
Nível de atendimento(%)				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
DEMANDA COM (m3/ano)	0	0	0	11.421	11.632	11.847	12.066	12.289	12.517	12.748	12.984	13.224	13.469	13.718	13.972	14.230	14.494

Nota: Demanda com projeto = população total x consumo per capita x nível de atendimento

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo per capita (l/hab/dia)	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00	102,00
Nível de atendimento(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
DEMANDA COM (m3/ano)	14.494	14.762	15.035	15.313	15.596	15.885	16.179	16.478	16.783	17.093	17.410	17.732	18.060	18.394	18.734	19.081	19.434

Nota: Demanda com projeto = população total x consumo per capita x nível de atendimento

3.3. PROJEÇÕES DE OFERTA

A oferta para a situação com projeto foi calculada considerando-se a demanda com projeto, adicionando-se as perdas do sistema, que se situa em cerca de 28%, atualmente. Com o projeto, contudo, este nível de perda será gradativamente reduzido, até atingir o nível de 25%. considerado aceitável para as condições operacionais das empresas estaduais de saneamento e recomendado pelo PROÁGUA (Quadros 3.14 a 3.16)

QUADRO 3.14 - Estimativa de Oferta Com , Chaval, em m³/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Perdas Físicas (%)	27,83	27,83	27,83	27	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
OFERTA C/ PROJETO	147.772	151.469	155.259	369.936	427.662	462.105	506.865	517.920	528.106	538.491	549.081	559.880	570.890	581.112	591.516	602.107	612.888
Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)																	
Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Perdas Físicas (%)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
OFERTA C/ PROJETO	612.888	623.861	634.113	644.533	655.125	665.891	675.879	686.142	696.561	707.139	717.876	728.777	739.063	749.493	760.071	770.798	781.676

Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)

QUADRO 3.15 - Estimativa de Oferta Com Projeto, Barroquinha e Lagoa do Mato, em m³/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Barroquinha																	
Perdas Físicas (%)	28,02	28,02	28,02	31	29	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
SUB-TOTAL	125.778	128.788	131.870	205.617	219.854	242.770	254.275	268.850	274.426	280.119	285.929	291.860	297.914	303.367	308.920	314.575	320.333
Lagoa do Mato																	
Perdas Físicas (%)				30	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
SUB-TOTAL	684	698	698	2.107	2.190	2.302	2.478	2.661	2.714	2.768	2.824	2.880	2.938	2.997	3.057	3.118	3.180
OFERTA TOTAL C/P	126.463	129.486	132.568	207.724	222.044	245.072	256.753	271.511	277.141	282.887	288.753	294.740	300.852	306.364	311.977	317.693	323.513

Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Barroquinha																	
Perdas Físicas (%)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
SUB-TOTAL	320.333	326.197	331.540	336.971	342.491	348.101	353.803	359.047	364.368	369.769	375.250	380.812	385.966	391.190	396.484	401.851	407.289
Lagoa do Mato																	
Perdas Físicas (%)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
SUB-TOTAL	3.180	3.244	3.309	3.375	3.442	3.511	3.581	3.653	3.726	3.801	3.877	3.954	4.033	4.114	4.196	4.280	4.366
OFERTA TOTAL C/P	323.513	329.441	334.849	340.346	345.933	351.612	357.384	362.700	368.094	373.570	379.126	384.766	389.999	395.304	400.680	406.131	411.655

Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)

QUADRO 3.16 - Estimativa de Oferta Com Projeto, Passagem do Vaz, em m3/ano

Discriminação	Anos																
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Perdas Físicas (%)	30	30	30	30	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
OFERTA C/ PROJETO	0	0	0	16.315	15.934	15.796	16.088	16.386	16.689	16.998	17.312	17.632	17.959	18.291	18.629	18.974	19.325

Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)

Discriminação	Anos																
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Perdas Físicas (%)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
OFERTA C/ PROJETO	19.325	19.682	20.047	20.417	20.795	21.180	21.572	21.971	22.377	22.791	23.213	23.642	24.080	24.525	24.979	25.441	25.912

Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)

4. A CONCEPÇÃO PROPOSTA

4. A CONCEPÇÃO PROPOSTA

A concepção original do projeto foi substancialmente modificada. A captação, que antes era realizada a fio d'água no rio Timonha, a cerca de 3,0 (três) Km a jusante da barragem Itaúna, será alterada. Por sugestão da SRH, baseada na possibilidade de aproveitamento máximo do volume acumulado no reservatório, mesmo quando o nível atinge cota inferior a da tomada d'água, a captação projetada será do tipo flutuante, no lago do reservatório. Outro fator preponderante para a mudança da captação foi a possibilidade de inundação na área prevista para a implantação da ETA e das elevatórias de água tratada do sistema, nos picos de cheias do rio Timonha.

A concepção proposta, descrita a seguir e mostrada no arranjo geral apresentado na Figura 4.1, realiza a captação no lago do açude Itaúna, através de bombas montadas em uma estrutura flutuante (EEAB). Esta unidade fará o recalque de água bruta diretamente para a câmara de carga da ETA. Após o tratamento a água será aduzida por gravidade para um reservatório de compensação que funcionará também como poço de sucção da elevatória de água tratada.

A partir do reservatório a água será bombeada através de uma elevatória de água tratada (EEAT) e aduzida através de uma tubulação comum para os dois sistemas com extensão de 2.910 m. quando será feita a derivação das linhas adutoras em direção a Chaval (16.880 m) e Barroquinha (13.540 m), respectivamente. O abastecimento da localidade de Passagem do Vaz será feito através de uma linha adutora com 460 m de extensão derivada da adutora de Chaval. Para o distrito de Lagoa do Mato foi projetado um Chafariz derivado da adutora de Barroquinha.

Todas as unidades do sistema (elevatórias, adutoras e ETA) foram dimensionadas para atender as condições de demandas solicitadas no fim de plano, ou seja, ano de 2030. Este procedimento foi adotado tendo em vista que a diferença entre as demandas totais do sistema entre o ano de 2000 e 2030 é de 37%.

4.1. Fonte Hídrica

A fonte hídrica do projeto será o Açude Itaúna localizado no município de Chaval

As características técnicas deste açude são apresentadas a seguir

• Nome	Açude Itaúna
• Rio barrado	Timonha
• Área da bacia hidrográfica	771.30 Km ²
• Área da bacia hidráulica	1 800,00 ha
• Volume total do reservatório	77 500 000,00 m ³
• Cota do coroamento da barragem	36.60 m
• Altura máx barragem	17,95 m
• Extensão pelo coroamento	436,00 m
• Largura sangradouro	60,00 m
• Cota da soleira	32,50 m
• Tomada d' água	Tipo galena
• Diâmetro	1 000,00 mm
• Comprimento total	42,50 m
• Descarga regularizada	1,134 m ³ /s

4.2. Captação - EEAB

A captação é feita diretamente no lago do açude, através de um conjunto motobomba instalado sobre plataforma flutuante que realizará o recalque através de uma tubulação PEAD até a margem do açude. As instalações de bombeamento da captação corresponde à EEAB. As principais características da EEAB são

• Tipo de instalação	Móvel (Flutuante)
• Vazão	55,66 l/s
• Altura manométrica	32,00 m
• Bombas em operação	01
• Bombas reserva	01
• Potência	40 CV

4.3. Estação de Tratamento - ETA

Considerando que o atual sistema de abastecimento d'água de Chaval e Barroquinha dispõe apenas de tratamento por desinfecção, previu-se uma nova estação de tratamento para atender a duas comunidades. A ETA proposta consta de uma unidade composta por filtros de fluxo ascendente, que vem sendo largamente aplicados como unidade completa de tratamento, isto é, para clarificação e filtração sem unidades anteriores e posteriores. As vantagens desse processo sobre os demais são menor custo de implantação, simplicidade operacional, e menor consumo de produtos químicos.

A ETA localiza-se na margem direita do reservatório, nas proximidades da ombreira da barragem. A ETA é composta pelas seguintes unidades:

• Número de filtros	03
• Diâmetro	3,00 m
• Área por unidade filtrante	7,07 m ²
• Capacidade de tratamento	201,00 m ³ /h

O sistema de lavagem dos filtros será feito a partir do reservatório elevado de 100 m³ localizado anexo a ETA. A vazão requerida para lavagem de um filtro é de aproximadamente 382 m³/h (considerando uma velocidade de 0,9 m/min e um tempo de lavagem de 15 min) o que representa um volume necessário de 95,00 m³.

O recalque para o reservatório será realizado através da EE-lavagem. Foi considerado um tempo de 1,5 horas para encher o reservatório, ou uma vazão de 18,52 l/s. As principais características desta elevatória são

- Tipo de instalação Fixa
- Vazão 18,52 m³/s
- Altura manométrica 20,00 m
- Bombas em operação 01
- Bombas reserva 01
- Potência 10 CV

Os equipamentos da EE-Lavagem serão instalados na casa de bombas da EEAT

4.4. Elevatória de Água Tratada - EEAT

Após o processo de tratamento, a água será bombeada para Chaval e Barroquinha através da EEAT, localizada anexa a ETA. Suas principais características são

- Tipo de instalação Fixa
- Vazão 18,55 m³/s
- Altura manométrica 72,00 m
- Bombas em operação 03
- Bombas reserva 01
- Potência por unidade 30 CV

4.5. Adutora de Água Tratada

A partir da EEAT, a adutora proposta possui três trechos distintos, ou seja

- **Trecho I** (entre a EEAT e o ponto de derivação Chaval/Barroquinha)

➤ Extensão	2 910 m
➤ Diâmetro	300 mm
➤ Matenal	PVC DEFoFo
➤ Classe	1, 25 Mpa

• **Trecho II** (da derivação até Barroquinha)

➤ Extensão	13 540 m
➤ Diâmetro	150 mm
➤ Matenal	PVC DEFoFo
➤ Classe	1,0 MPa

• **Trecho III** (da derivação até Chaval)

➤ Extensão	16 880 m
➤ Diâmetro	200 mm
➤ Classe	1,0 MPa
➤ Matenal	PVC (14 240 m) FoFo (2 640 m)
➤ Classe	1,0 MPa (PVC DEFoFo) – K-7 (FoFo)

O trecho em ferro fundido foi imposto pelo tipo de terreno predominante rochoso, além da influência das marés altas que atingem as áreas próxima a Chaval, sendo este projetado para implantação aéreo sobre pilares

4.6. Reservação

A necessidade de reservação de água no fim do alcance do projeto (ano 2030) é de 1 035 m³ em Chaval, 535 m³ e de 35 m³ em Passagem do Vaz. Atualmente Chaval possui uma estrutura de reservação de 450 m³ e Barroquinha de 150 m³. A estrutura de reservação complementar

será de 600 m³ para Chaval e de 400 m³ para Barroquinha Para a comunidade de Passagem do Vaz será projetado um reservatório de 35 m³

5. DETALHAMENTO DO PROJETO

5. DETALHAMENTO DO PROJETO

5.1. Generalidades

Conforme mencionado anteriormente, a concepção original do projeto foi totalmente modificada. Além dos aspectos locacionais das unidades de captação, tratamento e elevação que foram relocados, as demandas também sofreram consideráveis alterações em relação aos valores inicialmente adotados.

Praticamente todas as unidades integrantes do projeto serão redimensionadas. Apenas o caminhamento e levantamento planialtimétrico das adutoras, a partir do ponto de derivação, serão aproveitados. Foi realizado nesta fase do projeto o levantamento topográfico complementar no trecho entre a EEAT e o ponto de derivação das adutoras e na área para implantação da ETA/EEAT.

Nesta nova versão reformulada do projeto, foram alterados diversos parâmetros, para adequação às normas do PROÁGUA, especialmente os relativos às projeções populacionais de Chaval e Barroquinha, o consumo per capita e o horizonte de alcance do projeto que passou a ser de 30 anos (ano 2030), que resultou no redimensionamento dos componentes da obra.

5.2. Parâmetros de Projeto

5.2.1 População

A população a ser atendida pelo projeto foi definida no Capítulo 4 deste relatório, e apresenta os seguintes valores:

- **População atendida em Chaval**

Ano 2000	8 380 hab
Ano 2010	10 289 hab
Ano 2020	12 180 hab
Ano 2030	14 085 hab

- **População atendida em Barroquinha**

Ano 2000	4 293 hab
Ano 2010	5 353 hab
Ano 2020	6 359 hab
Ano 2030	7 325 hab

- **População atendida em Passagem do Vaz**

Ano 2000	301 hab
Ano 2010	362 hab
Ano 2020	435 hab
Ano 2030	522 hab

- **População total atendida pelo projeto**

Ano 2000	12 974 hab
Ano 2010	16 004 hab
Ano 2020	18 974 hab
Ano 2030	21 932 hab

5.2.2 Etapas de Projeto

1ª Etapa	2000 - 2010
2ª Etapa	2010 - 2020
3ª Etapa	2020 - 2030

5.2.3 Parâmetros

- **Consumo Per-capita**

Chaval	120,00 l/hab dia
Barroquinha	122,00 l/hab dia
Passagem do Vaz	102,00 l/hab dia
Coeficiente do dia de maior consumo (k1)	1,2
Coeficiente da hora de maior consumo (k2)	1.5
Índice de Atendimento	95% (Chaval e Barroquinha) 100% (Passagem do Vaz)

5.2.4 Demandas x Vazões de Projeto

A evolução das demandas de água, das vazões e a reserva necessária das cidades de Chaval, Barroquinha, Passagem do Vaz e total do sistema são apresentadas nos Quadros 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5, respectivamente, para 20 horas diárias de operação. Os valores de vazões do sistema são resumidos a seguir:

- **Chaval**

2010	26,07 l/s
2020	30,86 l/s
2030	35,68 l/s

- **Barroquinha (Inclusive Lagoa do Mato)**

2010	13,74 l/s
2020	16,32 l/s

2030

18,79 l/s

A vazão relativa ao distrito de Lagoa do Mato no ano de 2030 e de 0,20 l/s

- **Passagem do Vaz**

2010

0,82 l/s

2020

0,99 l/s

2030

1,18 l/s

- **Total do sistema**

2010

40,62 l/s

2020

48,16 l/s

2030

55,66 l/s

QUADRO 5.1 - CHAVAL :Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Fisicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m ³ /ano)	Oferta (m ³ /ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m ³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
1999	2,50	8.176	30,00	104,00	148,57	50,00	155.180,48	221.686,40	8,44	10,12	291,53
2000		8.380	30	108,00	154,29	50,00	165.177,68	235.968,12	8,98	10,77	310,31
2001	2,180	8.563	29	108,00	152,11	80,00	270.045,69	380.346,05	14,47	17,37	500,18
2002		8.750	27	115,00	157,53	85,00	312.180,79	427.644,92	16,27	19,53	562,38
2003		8.941	25	118,00	157,33	90,00	346.561,11	462.081,48	17,58	21,10	607,67
2004		9.135	25	120,00	160,00	95,00	380.124,67	506.832,89	19,29	23,14	666,52
2005		9.335	25	120,00	160,00	95,00	388.411,39	517.881,85	19,71	23,65	681,05
2006		9.518	25	120,00	160,00	95,00	396.051,44	528.068,59	20,09	24,11	694,45
2007	1,967	9.705	25	120,00	160,00	95,00	403.841,77	538.455,70	20,49	24,59	708,11
2008		9.896	25	120,00	160,00	95,00	411.785,34	549.047,12	20,89	25,07	722,03
2009		10.091	25	120,00	160,00	95,00	419.885,16	559.846,88	21,30	25,56	736,24
2010		10.289	25	120,00	160,00	95,00	428.144,30	570.859,07	21,72	26,07	750,72
2011		10.474	25	120,00	160,00	95,00	435.808,08	581.077,44	22,11	26,53	764,16
2012	1,79	10.661	25	120,00	160,00	95,00	443.609,05	591.478,73	22,51	27,01	777,84
2013		10.852	25	120,00	160,00	95,00	451.549,65	602.066,20	22,91	27,49	791,76
2014		11.046	25	120,00	160,00	95,00	459.632,39	612.843,18	23,32	27,98	805,93
2015		11.244	25	120,00	160,00	95,00	467.859,81	623.813,08	23,74	28,48	820,36
2016		11.428	25	120,00	160,00	95,00	475.532,71	634.043,61	24,13	28,95	833,81
2017	1,64	11.616	25	120,00	160,00	95,00	483.331,44	644.441,93	24,52	29,43	847,49
2018		11.806	25	120,00	160,00	95,00	491.258,08	655.010,77	24,92	29,91	861,38
2019		12.000	25	120,00	160,00	95,00	499.314,71	665.752,95	25,33	30,40	875,51
2020		12.180	25	120,00	160,00	95,00	506.804,43	675.739,24	25,71	30,86	888,84
2021	1,52	12.365	25	120,00	160,00	95,00	514.497,72	685.996,97	26,10	31,32	902,13
2022		12.552	25	120,00	160,00	95,00	522.307,80	696.410,40	26,50	31,80	915,83
2023		12.743	25	120,00	160,00	95,00	530.236,43	706.981,91	26,90	32,28	929,73
2024		12.936	25	120,00	160,00	95,00	538.285,42	717.713,90	27,31	32,77	943,84
2025		13.133	25	120,00	160,00	95,00	546.456,59	728.608,79	27,72	33,27	958,17
2026	1,41	13.318	25	120,00	160,00	95,00	554.161,63	738.862,18	28,12	33,74	971,68
2027		13.506	25	120,00	160,00	95,00	561.975,31	749.300,41	28,51	34,21	985,38
2028		13.696	25	120,00	160,00	95,00	569.899,16	759.865,55	28,91	34,70	999,28
2029		13.889	25	120,00	160,00	95,00	577.934,74	770.579,66	29,32	35,19	1.013,37
2030		14.085	25	120,00	160,00	95,00	586.083,62	781.444,83	29,74	35,68	1.027,65

000063

QUADRO 5.2 - BARROQUINHA :Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m ³ /ano)	Oferta (m ³ /ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m ³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
1999		4.136	33,35	104,00	158,04	80,00	125.602,05	188.450,18	7,17	8,61	247,82
2000		4.235	33,35	108,00	162,04	83,00	138.562,44	207.895,63	7,91	9,49	273,40
2001		4.336	31	112,00	162,32	86,00	152.451,04	220.943,54	8,41	10,09	290,56
2002	2,39	4.440	29	120,00	169,01	89,00	173.083,41	243.779,45	9,28	11,13	320,59
2003		4.546	27	122,00	167,12	92,00	186.252,51	255.140,42	9,71	11,65	335,53
2004		4.655	25	122,00	162,87	95,00	196.928,32	262.571,09	9,99	11,99	345,30
2005		4.767	25	122,00	162,67	95,00	201.640,81	268.854,41	10,23	12,28	353,56
2006		4.865	25	122,00	162,67	95,00	205.822,84	274.430,46	10,44	12,53	360,89
2007		4.966	25	122,00	162,67	95,00	210.091,61	280.122,14	10,66	12,79	368,38
2008	2,07	5.069	25	122,00	162,67	95,00	214.448,91	285.931,88	10,88	13,06	376,02
2009		5.174	25	122,00	162,67	95,00	218.896,58	291.862,10	11,11	13,33	383,82
2010		5.282	25	122,00	162,67	95,00	223.436,49	297.915,32	11,34	13,60	391,78
2011		5.378	25	122,00	162,67	95,00	227.525,38	303.367,17	11,54	13,85	398,95
2012		5.477	25	122,00	162,67	95,00	231.689,09	308.918,79	11,75	14,11	406,25
2013	1,83	5.577	25	122,00	162,67	95,00	235.929,01	314.572,01	11,97	14,36	413,68
2014		5.679	25	122,00	162,67	95,00	240.246,51	320.326,67	12,19	14,63	421,25
2015		5.783	25	122,00	162,67	95,00	244.643,02	326.190,69	12,41	14,89	428,96
2016		5.878	25	122,00	162,67	95,00	248.655,16	331.540,22	12,62	15,14	436,00
2017		5.974	25	122,00	162,67	95,00	252.733,11	336.977,48	12,82	15,39	443,15
2018	1,64	6.072	25	122,00	162,67	95,00	256.877,93	342.503,91	13,03	15,84	450,42
2019		6.172	25	122,00	162,67	95,00	261.090,73	348.120,97	13,25	15,90	457,80
2020		6.273	25	122,00	162,67	95,00	265.372,62	353.830,15	13,46	16,16	465,31
2021		6.366	25	122,00	162,67	95,00	269.300,13	359.066,84	13,66	16,40	472,20
2022		6.460	25	122,00	162,67	95,00	273.285,77	364.381,03	13,87	16,64	479,19
2023	1,48	6.556	25	122,00	162,67	95,00	277.330,40	369.773,87	14,07	16,88	486,28
2024		6.653	25	122,00	162,67	95,00	281.434,89	375.246,52	14,28	17,13	493,47
2025		6.751	25	122,00	162,67	95,00	285.600,13	380.800,17	14,49	17,39	500,78
2026		6.842	25	122,00	162,67	95,00	289.455,73	385.940,97	14,69	17,62	507,54
2027		6.935	25	122,00	162,67	95,00	293.363,38	391.151,18	14,88	17,86	514,39
2028	1,35	7.028	25	122,00	162,67	95,00	297.323,79	396.431,72	15,08	18,10	521,33
2029		7.123	25	122,00	162,67	95,00	301.337,66	401.783,55	15,29	18,35	528,37
2030		7.219	25	122,00	162,67	95,00	305.405,72	407.207,62	15,49	18,59	535,51

000064

QUADRO 6.3 - PASSAGEM DO VAZ :Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Fisicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
1999		296	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000		301	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001		307	30	102,00	145,71	100,00	11.431,59	16.330,85	0,62	0,75	21,48
2002		313	27	102,00	139,73	100,00	11.643,08	15.949,42	0,61	0,73	20,97
2003		319	25	102,00	136,00	100,00	11.858,48	15.811,30	0,60	0,72	20,79
2004		324	25	102,00	136,00	100,00	12.077,86	16.103,81	0,61	0,74	21,18
2005		330	25	102,00	136,00	100,00	12.301,30	16.401,73	0,62	0,75	21,57
2006		337	25	102,00	136,00	100,00	12.528,87	16.705,16	0,64	0,76	21,97
2007		343	25	102,00	136,00	100,00	12.760,66	17.014,21	0,65	0,78	22,37
2008		349	25	102,00	136,00	100,00	12.996,73	17.328,97	0,66	0,79	22,79
2009		356	25	102,00	136,00	100,00	13.237,17	17.649,56	0,67	0,81	23,21
2010		362	25	102,00	136,00	100,00	13.482,06	17.976,07	0,68	0,82	23,64
2011		369	25	102,00	136,00	100,00	13.731,47	18.308,63	0,70	0,84	24,08
2012		376	25	102,00	136,00	100,00	13.985,51	18.647,34	0,71	0,85	24,52
2013		383	25	102,00	136,00	100,00	14.244,24	18.992,32	0,72	0,87	24,98
2014		390	25	102,00	136,00	100,00	14.507,76	19.343,67	0,74	0,88	25,44
2015	1,85	397	25	102,00	136,00	100,00	14.776,15	19.701,53	0,75	0,90	25,91
2016		404	25	102,00	136,00	100,00	15.049,51	20.066,01	0,76	0,92	26,39
2017		412	25	102,00	136,00	100,00	15.327,92	20.437,23	0,78	0,93	26,88
2018		419	25	102,00	136,00	100,00	15.611,49	20.815,32	0,79	0,95	27,37
2019		427	25	102,00	136,00	100,00	15.900,30	21.200,40	0,81	0,97	27,88
2020		435	25	102,00	136,00	100,00	16.194,46	21.592,61	0,82	0,99	28,40
2021		443	25	102,00	136,00	100,00	16.494,06	21.992,08	0,84	1,00	28,92
2022		451	25	102,00	136,00	100,00	16.799,20	22.398,93	0,85	1,02	29,46
2023		460	25	102,00	136,00	100,00	17.109,98	22.813,31	0,87	1,04	30,00
2024		468	25	102,00	136,00	100,00	17.426,52	23.235,36	0,88	1,06	30,56
2025		477	25	102,00	136,00	100,00	17.748,91	23.665,21	0,90	1,08	31,12
2026		486	25	102,00	136,00	100,00	18.077,26	24.103,02	0,92	1,10	31,70
2027		495	25	102,00	136,00	100,00	18.411,69	24.548,92	0,93	1,12	32,28
2028		504	25	102,00	136,00	100,00	18.752,31	25.003,08	0,95	1,14	32,88
2029		513	25	102,00	136,00	100,00	19.099,23	25.465,63	0,97	1,16	33,49
2030		522	25	102,00	136,00	100,00	19.452,56	25.936,75	0,99	1,18	34,11

000005

QUADRO 5.4 - LAGOA DO MATO :Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Fisicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m ³ /ano)	Oferte (m ³ /ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m ³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
1999		57	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000		58	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001		59	30	85,00	121,43	100,00	1.839,87	2.628,38	0,10	0,12	3,46
2002		60	27	85,00	116,44	100,00	1.876,67	2.570,78	0,10	0,12	3,38
2003		62	25	85,00	113,33	100,00	1.914,20	2.552,27	0,10	0,12	3,36
2004		63	25	85,00	113,33	100,00	1.952,48	2.603,31	0,10	0,12	3,42
2005		64	25	85,00	113,33	100,00	1.991,53	2.655,38	0,10	0,12	3,49
2006		65	25	85,00	113,33	100,00	2.031,36	2.708,49	0,10	0,12	3,56
2007		67	25	85,00	113,33	100,00	2.071,99	2.762,66	0,11	0,13	3,63
2008		68	25	85,00	113,33	100,00	2.113,43	2.817,91	0,11	0,13	3,71
2009		69	25	85,00	113,33	100,00	2.155,70	2.874,27	0,11	0,13	3,78
2010		71	25	85,00	113,33	100,00	2.198,81	2.931,75	0,11	0,13	3,86
2011		72	25	85,00	113,33	100,00	2.242,79	2.990,39	0,11	0,14	3,93
2012		74	25	85,00	113,33	100,00	2.287,65	3.050,20	0,12	0,14	4,01
2013		75	25	85,00	113,33	100,00	2.333,40	3.111,20	0,12	0,14	4,09
2014	2,00	77	25	85,00	113,33	100,00	2.380,07	3.173,42	0,12	0,14	4,17
2015		78	25	85,00	113,33	100,00	2.427,67	3.236,89	0,12	0,15	4,26
2016		80	25	85,00	113,33	100,00	2.476,22	3.301,63	0,13	0,15	4,34
2017		81	25	85,00	113,33	100,00	2.525,75	3.367,66	0,13	0,15	4,43
2018		83	25	85,00	113,33	100,00	2.576,26	3.435,02	0,13	0,16	4,52
2019		85	25	85,00	113,33	100,00	2.627,79	3.503,72	0,13	0,16	4,61
2020		86	25	85,00	113,33	100,00	2.680,34	3.573,79	0,14	0,16	4,70
2021		88	25	85,00	113,33	100,00	2.733,95	3.645,27	0,14	0,17	4,79
2022		90	25	85,00	113,33	100,00	2.788,63	3.718,17	0,14	0,17	4,89
2023		92	25	85,00	113,33	100,00	2.844,40	3.792,53	0,14	0,17	4,99
2024	94	25	85,00	113,33	100,00	2.901,29	3.868,38	0,15	0,18	5,09	
2025	95	25	85,00	113,33	100,00	2.959,31	3.945,75	0,15	0,18	5,19	
2026	97	25	85,00	113,33	100,00	3.018,50	4.024,67	0,15	0,18	5,29	
2027	99	25	85,00	113,33	100,00	3.078,87	4.105,16	0,16	0,19	5,40	
2028	101	25	85,00	113,33	100,00	3.140,45	4.187,26	0,16	0,19	5,51	
2029	103	25	85,00	113,33	100,00	3.203,26	4.271,01	0,16	0,20	5,62	
2030	105	25	85,00	113,33	100,00	3.267,32	4.356,43	0,17	0,20	5,73	

000006

QUADRO 5.5 -RESUMO GERAL DO SISTEMA :Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Pop. (hab.)	Demanda (m ³ /ano)	Oferta (m ³ /ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m ³)
				Média	Máx.dia	
1999	12.665	280.782,53	410.136,58	15,61	18,73	539,36
2000	12.975	303.740,12	443.863,75	16,89	20,27	583,71
2001	13.266	424.436,61	620.248,82	23,60	28,32	815,67
2002	13.563	487.240,87	689.944,57	26,25	31,50	907,32
2003	13.867	534.827,81	735.585,46	27,99	33,59	967,35
2004	14.178	579.105,47	788.111,11	29,99	35,99	1.036,42
2005	14.496	592.143,73	805.793,38	30,66	36,79	1.059,67
2006	14.786	604.005,65	821.912,69	31,28	37,53	1.080,87
2007	15.081	616.105,37	838.354,70	31,90	38,28	1.102,49
2008	15.383	628.447,68	855.125,88	32,54	39,05	1.124,55
2009	15.690	641.037,44	872.232,81	33,19	39,83	1.147,05
2010	16.004	653.879,61	889.682,22	33,85	40,62	1.169,99
2011	16.293	665.676,25	905.743,64	34,47	41,36	1.191,11
2012	16.587	677.685,79	922.095,06	35,09	42,10	1.212,62
2013	16.887	689.912,05	938.741,72	35,72	42,86	1.234,51
2014	17.192	702.358,96	955.688,96	36,37	43,64	1.256,80
2015	17.502	715.030,49	972.942,19	37,02	44,43	1.279,49
2016	17.790	726.764,09	988.951,47	37,63	45,16	1.300,54
2017	18.083	738.690,30	1.005.224,30	38,25	45,90	1.321,94
2018	18.381	750.812,27	1.021.765,02	38,88	46,66	1.343,69
2019	18.684	763.133,23	1.038.578,04	39,52	47,42	1.365,80
2020	18.974	774.957,39	1.054.735,80	40,13	48,16	1.387,05
2021	19.262	786.631,80	1.070.701,15	40,74	48,89	1.408,05
2022	19.554	798.482,20	1.086.908,53	41,36	49,63	1.429,36
2023	19.850	810.511,24	1.103.361,62	41,98	50,38	1.451,00
2024	20.151	822.721,60	1.120.064,16	42,62	51,14	1.472,96
2025	20.456	835.116,04	1.137.019,93	43,27	51,92	1.495,26
2026	20.743	846.735,86	1.152.950,83	43,87	52,65	1.516,21
2027	21.034	858.517,56	1.169.105,67	44,49	53,38	1.537,45
2028	21.329	870.463,40	1.185.487,61	45,11	54,13	1.559,00
2029	21.629	882.575,66	1.202.099,84	45,74	54,89	1.580,84
2030	21.932	894.856,66	1.218.945,63	46,38	55,66	1.603,00

5.3. Critérios Básicos de Projeto

5.3.1 Perdas de Carga Uniformemente Distribuídas

Para o cálculo das perdas de carga uniformemente distribuídas ao longo das adutoras, adotou-se a fórmula universal, dada por

$$h = f \frac{L D}{v^2 2g}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{k}{3,74 D} + \frac{5,74}{NR^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (\text{Fórmula de Swamee - Jain})$$

$$NR = \frac{v \times D}{\gamma}, \text{ onde}$$

- h = perda de carga distribuída (m),
- f = coeficiente de rugosidade do material,
- L = comprimento da tubulação (m),
- D = diâmetro da tubulação (mm),
- v = velocidade d'água na tubulação (m/s),
- k = rugosidade relativa da tubulação (mm),
- NR = número de Reynolds.
- γ = viscosidade (m²/s)

O fator de *atrito* *f* da fórmula de universal é um parâmetro característico do material e depende do número de Reynolds e da rugosidade relativa do material

O valor da rugosidade relativa *k* adotado para tubos de PVC foi *k*=0,015 e a metodologia para cálculo do *fator* *f*, conforme sugendo na publicação da EESC/USP – Hidráulica Básica, 1988/Porto, Rodrigo Melo

5.3.2 - Perdas de Carga Localizadas.

Foi utilizada a expressão geral do tipo

$$h_L = k_s \times V^2 / (2g)$$

onde

h_L = perda de carga localizada, em m c a ,

k_s = coeficiente de perda de carga localizada (adimensional),

V = velocidade média na seção normal da canalização, em m/s,

g = aceleração da gravidade, adotado 9,81 m/s².

5.3.3 Curva Característica do Sistema

Equação Geral

$$H = h_g + h + h_L$$

onde

H = altura manométrica total, em m c a ,

h_g = altura geométrica, em m,

h = perda de carga uniformemente distribuída, em m,

h_L = perda de carga em singularidades, em m,

5.4. Determinação do Diâmetro Econômico

5.4.1 Considerações Gerais

Com os novos valores de vazões do sistema, fez-se uma nova análise para determinação do diâmetro econômico da adutora

A análise econômica do diâmetro considerou basicamente os seguintes itens de custo

- Consumo de energia elétrica ao longo do período de análise,
- Custo da tubulação,
- Vida útil da obra de 30 anos, e que os itens preponderantes no custo são os gastos com energia elétrica ao longo da vida útil do sistema e o custo da tubulação
- Os custos anuais foram estimados considerando-se basicamente os gastos com energia elétrica e a recuperação do capital. Os critérios e parâmetros utilizados na composição destes custos foram

- as tarifas elétricas consideradas nos custos com energia foram Para alta tensão R\$ 0 10 Kw h de consumo, e R\$ 6.50 Kw de demanda
- numero de horas de bombeamento diário de 20 horas. fora de ponta,
- a recuperação do capital foi estimada considerando uma taxa de juros de 12 % ao ano e um período de recuperação do capital de 30 anos
- os custos de operação e manutenção das elevatórias são fixos tendo em vista que estas apresentam características idênticas, qualquer que seja a alternativa

5.4 .2. Alternativas Estudadas

Foram simuladas, para o sistema, 02 (duas) alternativas de adução para as condições de vazão correspondentes ao ano de 2030 Todas as alternativas apresentam o mesmo caminhamento, tendo como início a EEAT e, o final, às localidades atendidas, ou seja, Chaval e Barroquinha As principais características dos trechos do sistema são apresentadas a seguir

- **Trecho 1** (entre a EEAT e o ponto de derivação Chaval/Barroquinha)

➤ Extensão	2 910 m
➤ Vazão	55,66 l/s

- **Trecho 2** (da derivação até Chaval)

➤ Extensão	16 880 m
➤ Vazão	36,87 l/s

- **Trecho 3** (da derivação até Barroquinha)

➤ Extensão	13 540 m
➤ Vazão	18,79 l/s

Alternativa I

Esta alternativa apresenta as seguintes características

- **Trecho 1** (entre a EEAT e o ponto de derivação Chaval/Barroquinha)

➤ Extensão	2 910 m
➤ Vazão	55,66 l/s
➤ Diâmetro	300 mm
➤ Matenal	PVC

- **Trecho 2** (da derivação até Chaval)

➤ Extensão	16 880 m
➤ Vazão (ano 2030)	36,87 l/s
➤ Diâmetro	200 mm
➤ Material	PVC

Neste trecho está incluída a vazão para Passagem do Vaz, de 1,18 l/s

• **Trecho 3** (da derivação até Barroquinha)

➤ Extensão	13 540 m
➤ Vazão (ano 2030)	18,79 l/s
➤ Diâmetro	150 mm
➤ Material	PVC

A vazão de Lagoa do Mato de 0,20 l/s está incluída neste trecho

Alternativa II

Esta alternativa apresenta as mesmas características de extensão e vazões da Alternativa I. A variante introduzida refere-se à diferenciação dos diâmetros das tubulações dos trechos II e III, conforme resumido a seguir

• **Trecho 1** (entre a EEAT e o ponto de derivação Chaval/Barroquinha)

➤ Extensão	2 910 m
➤ Vazão	55,66 l/s
➤ Diâmetro	300 mm
➤ Material	PVC

- **Trecho 2** (da derivação até Chaval)

➤ Extensão	16 880 m
➤ Vazão	35,68 l/s
➤ Diâmetros	250 mm
➤ Material	PVC / FoFo

- **Trecho 3** (da derivação até Barroquinha)

➤ Extensão	13 540 m
➤ Vazão	18,79 l/s
➤ Diâmetros	200 mm
➤ Material	PVC

De acordo com os dados apresentados, os principais resultados obtidos em cada alternativa estudada são os seguintes

Alternativa I

- **Trecho 1** (entre a EEAT e o ponto de derivação Chaval/Barroquinha)

➤ Perda de carga	4,79 m
➤ Velocidade	0,79 m/s

- **Trecho 2** (da derivação até Chaval)

➤ Perda de carga	84,62 m
➤ Velocidade	1,13 m/s

- **Trecho 3** (da derivação até Barroquinha)

➤ Perda de carga	72,13 m
➤ Velocidade	0,98 m/s

A pressão necessária na saída da EEAT é de aproximadamente 71,00 m

Os custos de investimento e de consumo de energia desta alternativa apresentam os seguintes valores

➤ Investimentos (VP)	R\$ 1 060 829,00
➤ Energia (VP)	R\$ 250 703
➤ Total	R\$ 1.311.532

Alternativa II

- **Trecho 1** (entre a EEAT e o ponto de derivação Chaval/Barroquinha)

➤ Perda de carga	4,79 m
➤ Velocidade	0,79 m/s

- **Trecho 2** (da derivação até Chaval)

➤ Perda de carga	31,60 m
➤ Velocidade	0,75 m/s

- **Trecho 3** (da derivação até Barroquinha)

➤ Perda de carga	14,98 m
➤ Velocidade	0,57 m/s

A pressão necessária na saída da EEAT é de aproximadamente 17,00 m

Os custos de investimento e de consumo de energia desta alternativa apresentam os seguintes valores

➤ Investimentos (VP)	R\$ 1 542 314,00
➤ Energia (VP)	R\$ 57 574
➤ Total	R\$ 1.599.888

Os resultados relativos ao dimensionamento do diâmetro econômico são apresentados no ANEXO 01 deste relatório

5.4.3 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos nas alternativas desenvolvidas, sugerimos que, para o sistema adutor Chaval/Barroquinha, as características adotadas sejam as apresentadas na Alternativa I, tendo em vista que

- A diferença final entre os custos (VP) de implantação e operação das mostram que a alternativa II é cerca de 22% maior que a alternativa I. Quando comparados apenas os custos de investimentos, a alternativa II apresenta um valor aproximadamente 45% maior que a alternativa I.

5.5. Elevatórias

O sistema proposto apresenta o trecho inicial comum para as duas adutoras. O ideal, do ponto de vista funcional e operacional, seria a implantação de adutoras independentes para cada localidade, concepção esta que permitiria individualizar e projetar os equipamentos de bombeamento para atender isoladamente às condições de vazão e alturas manométricas solicitadas por cada sistema.

Face à localização da fonte hídrica em relação às duas localidades contempladas com o projeto, com a individualização das linhas adutoras, as duas seriam praticamente paralelas por cerca de 3,0 Km. e seus custos de implantação seriam consideravelmente acrescidos.

Em relação à elevatória de água bruta (EEAB), o seu dimensionamento não apresenta nenhum aspecto especial a ser considerado, tendo como principais características o seguinte:

• Tipo de instalação	Móvel (Flutuante)
• Vazão	55,66 m ³ /s
• Altura manométrica	33,00 m
• Bombas em operação	01
• Bombas reserva	01
• Potência	40 CV

Quanto à elevatória de água tratada (EEAT), foram adotadas, no seu dimensionamento algumas considerações, a saber

- Admitindo-se que a vazão de Chaval é aproximadamente o dobro da vazão de Barroquinha, foram projetados, para operação simultânea, 03 (três) equipamentos de bombeamento (01 para Barroquinha + 02 para chaval + 01 Reserva) A vazão total do sistema que é de 55,66 l/s será dividida igualmente para as unidades com vazão em cada bomba de 18,55l/s (a vazão de uma bomba é praticamente igual à vazão de Barroquinha que é de 18,79 l/s)
- A partir da configuração proposta, foram simuladas 04(quatro) condições de funcionamento do sistema, conforme descritas a seguir

➤ **Condição 1**

Sistema operando apenas para atender a Chaval

➤ **Condição 2**

Sistema operando apenas para atender a Barroquinha

➤ **Condição 3**

Sistema operando com a vazão total (Chaval + Barroquinha) e análise da altura manométrica total gerada através do trecho da adutora de Chaval

➤ **Condição 4**

Sistema operando com a vazão total (Chaval + Barroquinha) e análise da altura manométrica total gerada através do trecho da adutora de Barroquinha

Os dados relativos às quatro condições analisadas apresentaram os seguintes resultados

• **Condição 1**

➤ Vazão (l/s)	36,87
➤ Altura manométrica (m)	68,00

- **Condição 2**

➤ Vazão (l/s)	18,79
➤ Altura manométrica (m)	62,00

- **Condição 3**

➤ Vazão (l/s)	55,66
➤ Altura manométrica (m)	71,00

- **Condição 4**

➤ Vazão (l/s)	55,66
➤ Altura manométrica (m)	68,00

A diferença entre a menor altura manométrica (condição 2) e a maior (condição 3) é de 8,00 m, ou seja, cerca de 15,0%

Visando otimizar o funcionamento para qualquer condição de operação do sistema, será implantada, na saída do barrilete principal da elevatória, uma válvula automática de controle de pressão de jusante, ou seja, para qualquer situação de funcionamento (01 bomba, 02 bombas ou 03 bombas), a pressão de jusante será sempre constante. Com este procedimento a curva do sistema, independente do número de bombas em operação, será único.

Esta solução não é recomendada quando a variação na altura manométrica é relativamente grande, face ao consumo desnecessário de energia.

A EEAT projetada apresenta as seguintes características:

• Tipo de instalação	Fixa
• Vazão	18,55 m ³ /s
• Altura manométrica	71,00 m
• Bombas em operação	03
• Bombas reserva	01

- Potência por unidade

30 CV

A concepção proposta para o funcionamento da EEAT deverá ter otimizada sua operação durante a fase de implantação, contando com projeto de automação do qual conste um sistema de rádio (telemetria), cuja condição básica deverá atender ao seguinte esquema operacional o funcionamento será imposto por controle de jusante, referenciado pelos níveis máximos e mínimos dos reservatórios de Chaval e Barroquinha que comandarão a entrada ou paralisação do bombeamento para três situações distintas, a saber

- Sistema operando apenas para atender a Chaval – 02 bomba em funcionamento.
- Sistema operando apenas para atender Barroquinha– 01 bomba em funcionamento.
- Sistema operando com a vazão total (Chaval + Barroquinha) – 03 bomba em funcionamento

Os resultados relativos ao dimensionamento das elevatórias EEAB e EEAT são apresentados no ANEXO 02 deste relatório

5.6 – Adutora

5.6.1 Características Gerais da Adutora

A adutora projetada, com extensão total de 33,33 Km, compõe-se de 04 (quatro) trechos, todos por recalque, com as seguintes características

- **Trecho 1** Entre a EEAT e a derivação para Chaval/Barroquinha,
- **Trecho 2** Entre a derivação até Chaval.
- **Trecho 3** Entre a derivação até Barroquinha,
- **Trecho 4** Adutora para Passagem do Vaz
- **Trecho 1: Entre a EEAT e a derivação para Chaval/Barroquinha:**

Este trecho, com comprimento de 2 910 m, é constituído de tubos de PVC, DN= 300 mm, classe de pressão mínima de 1,25 MPa. Suas principais características são

- Vazão total 55,66 l/s,

- Diâmetro nominal 300 mm
- Material PVC
- Velocidade 0,79 m/s
- Perda de carga total 4,79 m
- Comprimento 2 910 m

Trecho 2: Derivação - Chaval

Este trecho, com comprimento de 16 880 m, é constituído de tubos de PVC DEFoFo, DN 200 mm. classe de pressão mínima de 1,0 MPa Suas principais características são

- Vazão total (ano 2030) 36.87 l/s.
- Diâmetro nominal 200 mm
- Pressão mínima de serviço 1,0 MPa
- Material PVC
- Velocidade 1,13 m/s
- Perda de carga total 84,62 m
- Comprimento 16 880 m

Trecho 3: Derivação - Barroquinha

Trecho com comprimento de 13 540 m, é constituído de tubos de PVC DEFoFo, DN 150 mm. classe de pressão mínima de 1,0 MPa Suas principais características são

- Vazão total 18,79 l/s.
- Diâmetro nominal 150 mm
- Pressão mínima de serviço 1,0 MPa
- Material PVC

- Velocidade 0,98 m/s
- Perda de carga total 72,33 m
- Comprimento 13 540 m

Trecho 4: Passagem do Vaz

A adutora para abastecimento de Passagem do Vaz é derivada da adutora de Chaval. Com extensão de 460,00, foi considerado o diâmetro mínimo de 50 mm. O material adotado é o PVC JE PBA classe 20.

No ANEXO 03 são apresentados os resultados do dimensionamento das adutoras.

Foram previstas, para cada derivação da adutora, uma válvula automática de controle de vazão x pressão, de forma a garantir o funcionamento do sistema de acordo com as condições pré-estabelecidas por suas demandas.

5.6.2 Equipamentos de Proteção e Limpeza

Os equipamentos de proteção e limpeza projetados ao longo dos vários trechos da adutora e nas estações de bombeamento são:

- Registros de descarga, localizados nos pontos mais baixos que permitirão o esvaziamento de toda ou parte da tubulação, para limpeza e manutenção,
- Ventosas de tríplex função, nos pontos altos,
- válvulas de retenção,
- Blocos de ancoragem

Registros de Descarga

Os registros de descarga permitem a evacuação de água por ocasião de reparos ou de manutenção da adutora. Esses são localizados em todos os pontos baixos permitindo assim a sangria total ou parcial da adutora.

Ventosas de Tríplex Função

As ventosas são peças essenciais à segurança da adutora. Instaladas em todos os pontos altos, elas eliminam de maneira contínua o ar contido na tubulação.

Essas peças também têm a função de admitir quantidades suficientes de ar, durante o esvaziamento da tubulação, evitando assim a formação de sifões, bem como auxiliar na minoração do golpe de arrete.

Válvulas de Retenção

Destinam-se à proteção das instalações hidráulicas de recalque contra o refluxo da água, assim como da manutenção da coluna de água na tubulação quando da paralisação das eletrobombas.

Blocos de Ancoragem

As ancoragens são blocos de concreto que absorvem os esforços originados nas mudanças de direção da adutora. Face à grande variação de pressão existente ao longo da tubulação, os blocos de ancoragem foram agrupados por faixa de pressão e por tipo de peça. No **Volume 2 – Memoriais de Cálculo** estão apresentadas as dimensões de cada bloco-tipo para as diferentes faixas de pressão.

5.3.3 Estudos dos Transientes Hidráulicos

Para a proteção da adutora e, conseqüentemente, das estações de bombeamento, foi feito um estudo de transientes apresentado no **Anexo 04**.

Em resumo, foram previstos os seguintes dispositivos de proteção da adutora:

- 02 Tanques de alimentação unidirecional (One-Way) localizados na adutora de Barroquinha
- 01 Tanque de alimentação unidirecional (One-Way) localizados na adutora de Chaval

5.7. estação de Tratamento – ETA

5.7.1 Estação de Tratamento

Chaval e Barroquinha não dispõem de sistemas de tratamento adequado. A ETA proposta consiste de um sistema compacto de tratamento d'água único localizado na área da EEAT. Os

equipamentos escolhidos para fins de quantificação e custo são da "Hemfibra", sendo que quaisquer equipamentos similares que tenham especificações técnicas semelhantes e se proponham a garantir a qualidade do afluente, poderão ser utilizados

Estes sistemas possuem a vantagem de serem modulares, oferecendo, portanto, facilidades de ampliação, quando necessário, e apresentam grande eficiência em termos de remoção de turbidez e c6r, al6m de serem de f6cil opera66o

5.7.2 Processo de Tratamento

De acordo com as caracter6sticas f6sico-qu6micas da 6gua a ser tratada (ver an6lise em anexo), ser6o utilizados filtros de fluxo ascendente que vem sendo largamente aplicados como unidade completa de tratamento, isto 6, para clarifica66o e filtra66o sem unidades anteriores e posteriores. As vantagens desse processo sobre os demais s6o menor custo de implanta66o, simplicidade operacional, e menor consumo de produtos qu6micos

Os filtros ser6o utilizados para tratamento de 6gua cuja c6r apresenta 10,0UH e turbidez 0,92 UT, ap6s receber o tratamento com os filtros, a 6gua dever6 apresentar-se dentro dos padr6es de potabilidade

a) Descri66o de Funcionamento do Filtro

Combinando as fun66es de clarifica66o e filtra66o numa 6nica unidade, o filtro possui na parte inferior, uma camada de pedregulho especialmente graduada, sobre a qual encontra-se disposta a camada de areia, com granulometria apropriada

A 6gua coagulada no mecanismo de neutraliza66o de cargas entra na parte inferior do filtro, numa c6mara central, de onde atrav6s de difusores especiais, 6 distribu6da uniformemente na camada de pedregulho, na qual ocorrem, fundamentalmente, as opera66es de flocula66o por contato e a sedimenta66o resultando uma esp6cie de manto de lodo, respons6vel, principalmente, pelo elevado desempenho do filtro. Na areia, o princ6pio l6gico da filtra66o 6 mantido, ja que a 6gua com maior quantidade de impurezas encontra inicialmente as subcamadas, com vazios intergranulares de tamanhos maiores

Assim, a 6gua vai melhorando de qualidade em seu escoamento ascendente pois, na parte superior, devido aos menores gr6os de areia, os vazios intergranulares s6o muito pequenos e ret6m impurezas microsc6pias tais como, microorganismos em geral e part6culas coloidais

O resultado da filtração ascendente no filtro, é a produção econômica da água com características que, consistentemente, atendem ao Padrão Brasileiro de Potabilidade de 23 01 90

b) Lavagem dos Filtros

A lavagem dos filtros, será realizada através de reservatório elevado ou por eletrobomba que permitam uma velocidade de lavagem de 0,9 a 1,0m/min, pressão de entrada da tubulação de 11 a 14 m c a e tempo de lavagem de 08 a 10 minutos

c) Dosagem de Produtos Químicos

A dosagem de produtos químicos na água será feita mediante kits de preparação e dosagem Após succionados dos tanques de preparo das respectivas soluções, será adicionado a água bruta para coagulação, através do sulfato de alumínio e coadjuvante quando necessário

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

5 7 3 Caracterização das Unidades do Sistema

a) Filtros

Os filtros serão fornecidos com sistema distribuidor de água coagulada de lavagem, drenagem de fundo, sistema de lavagem na interface do leito filtrante, sistema de coleta de água filtrada e esgoto da lavagem, barmete de interligação, de manobra, escada e material filtrante

O filtro é constituído de um tanque cilíndrico vertical com fundo em forma de troncos-cônicos com difusores especiais, interligados a uma câmara central, parte superior, calha coletora com caixa receptora, cujas características principais são

• Modelo	CLA II - 300
• diâmetro (m)	3,00
• altura total (m)	3,50
• tubulação de entrada (mm)	100
• tubulação de saída (mm)	150

- tubulação de descarga da lavagem (mm) 200
- tubulação de alimentação da água de lavagem (mm) 220
- dreno de fundo (descarga) (mm) 150
- entrada da água de lavagem da interface (mm) 150
- peso vazio (kg) 600
- peso em operação (kg) 25 600
- vazão para lavagem do CLA II (m³/h) 382

d) Barnlete

O barnlete de manobras e interligações a ser fornecido é projetado para atender à futuras ampliações sem que haja necessidade de paralisar o sistema, bem como permitir a lavagem ou manutenção de uma unidade sem a retirada de operação das demais

As válvulas são de gaveta com flanges e volante, fabricadas em ferro fundido com anéis vedantes em bronze e haste com porca em aço inox Padrão DIN, pressão de trabalho 15 psi

c) Escada

A escada será em tubo de aço 1 1/4", revestido em gel "COAT" com degraus em liga de alumínio e cobre

d) Material Filtrante para cada Unidade

Todo material filtrante apresentar-se-á livre de impurezas tais como lama, matéria orgânica, argila, ferro e manganês, acondicionados em sacos plásticos, resistentes ao transporte e armazenamento, devidamente etiquetados nas granulometrias. Todo material estará rigorosamente dentro das granulometrias e coeficientes de desuniformidade a seguir discriminado

Leito de Contato:

CAMADA Nº	GRANULOMETRIA (mm)	ESPESSURA
01	31,7 a 25,4	20 cm
02	25,4 a 15,9	10 cm
03	9,6 a 15,9	7,5 cm
04	4,8 a 9,6	7,5 cm
05	2,4 a 4,8	15 cm
06	4,8 a 9,6	10 cm
07	9,6 a 15,9	10 cm
AREIA TIPO 1	1,41 a 2,0	0,80 cm
AREIA TIPO 2	0,84 a 1,41	0,65 cm
AREIA TIPO 3	0,59 a 0,84	0,15 cm

Fornecimento

As camadas 01 (um) até a 07 (sete) são pedregulhos formados por seixos rolados. Seguindo as granulometrias apresentadas, há uma repetição de camadas nos números 3 e 7, e 4 com a 6, são os mesmos materiais, entre si, mas com posição e espessura diferente.

A areia foi extratificada em 03 (três) subcamadas para que a tipo 1, com granulometria maior, será colocada acima do pedregulho e em seguida a tipo 2 e tipo 3. Este procedimento foi implementado para que nos momentos de lavagem os grãos menores, se colocados misturados com os maiores, não alcancem os vazios da camada de pedregulho

Manômetro

Manômetro com mostrador de 4" e escala de 0 a 10 mca, para instalação na entrada do Clarifier.

Câmara de carga

Para assegurar a taxa de filtração adotada em projetos e aplicar os coagulantes será implantada uma câmara de carga de distribuição, dotada de visor para acompanhamento da perda de carga na filtração, tubulação de alimentação e extravasor, bocal de saída e descarga

As características principais são

- Modelo CCLA -2
- Diâmetro (mm) 1000
- Altura total (mm) 5 800
- Diâmetro do Bocal de descarga (mm) 200

Filtros

- vazão 200,38 m³/h,
- taxa de filtração 180 m³/m²/dia,
- tempo de funcionamento 20 horas/dia,
- Área Filtrante Necessária

$$A_f = (200,38 \times 20) / 180 = 22,26 \text{ m}^2$$

Serão implantados na primeira etapa do projeto 03 (três) unidades filtrantes com diâmetro de 3.0 m

5.8. Sistema Elétrico

a) Alimentação

A alimentação das estações elevatórias será feita através do sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV pelas linhas de distribuição rural do sistema elétrico da COELCE e que fornecerão aos motores das bombas tensão 380 V trifásico

Será implantada na área da EEAT uma SE de 112 5 KVA para atender a potência requeridas pelos motores da EEAB, EEAT e EELavagem

b) Cargas Previstas

A subestação transformadora, classe 15 Kv, será do tipo aérea e ao tempo, instaladas em estruturas de concreto armado (postes, vigas e cruzetas), padrão COELCE. O quadro a seguir mostra as potências a serem instaladas em cada estação elevatória. Estas unidades foram projetadas para as condições de potência relativas ao ano 2030.

c) Proteção Primária

Os motores elétricos deverão ser totalmente fechados com ventilador externo, grau de proteção mínimo IPI – 54 (NBR 6146), isolamento classe “B” (NBR 7094) e atender a especificação (NBR 5357) da ABNT. Suas carcaças, devidamente aterradas com cabo de cobre nú e hostes de terra cobreadas, terão dimensões conforme NBR 5432.

d) Comando

Os motores serão acionados por chaves de comando automático com partida auto compensada.

e) Proteção Secundária

As chaves de comando protegerão também os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase. Os motores elétricos serão eletricamente intertravados de modo a não permitir o funcionamento em paralelo dos mesmos.

As chaves de comando e proteção dos motores serão instalados em quadros de chapa metálica de espessura mínima 2,75mm (12 USG), estrutura autoportante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção destes quadros. Os quadros de comando deverão ter grau de proteção mínimo IP – 44 além de atenderem as normas NBR 5410 e 5414 e NBR 6808.

f) Medição

A medição será realizada em 380 V em quadro metálico, uso ao tempo, padrão COELCE, instalado no poste da SE.

A **Figura 5.1**, apresentada a seguir, mostra o arranjo geral e as principais características do sistema projetado.

6. RELAÇÃO DE DESENHOS

7. QUANTITATIVOS E CUSTOS

Resumo dos Investimento

000001

Quantitativos e Custos Detalhados

600093

ELEVATÓRIA EEAB

600034

ELEVATÓRIA EEAT

000097

Adutora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA			ETAPA	Data base
		2.0 - Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT			Ano 2000	Julho/1999
Código Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit.	TOTAL
	1	OBRAS CIVIS				
	1.1	CASA DE BOMBAS				
	1.1.1	Serviços Preliminares				
12 01 01		Limpeza manual com roçada e raspagem do terreno	m ²	1 088 00	0 72	783 36
12 01 15		Locação da obra com gabarito de madeira	m	108 00	1 45	156 60
	1.1.2	Movimento de Terra				
12 02 05		Escavação manual em solo de qualquer categoria exceto	m ³	129.00	11.63	1 500 27
12 18 02		rocha prof. ate 2 00 m				
		Aterro compactado sem empréstimo de material (aproveitando	m ³	39 50	8 74	345 23
		material escavado;				
01 02 02		Escavação carga e transporte de materiais de 1a Categoria	m ³	816 00	2 00	1 632 00
		DMT=<200m				
	1.1.3	Concreto				
90 30 20		Concreto armado para obras apoiadas fck 20 MPa	m ³	18 80	516,08	9 702 30
90 30 01		Concreto simples (consumo mínimo de 150 kg/m ³ de cimento) para regularização	m ³	3 02	139 84	422 32
	1.1.4	Avenaria				
12 12 20		Avenaria de elevação com tijolos cerâmicos furados dimen				
		sões 10x20x20 assentados c-argamassa mista 1 4 com				
		100 kg de cimento espessura da parede 10cm 1 vez	m ²	236 41	23.08	5 456 34
		Avenaria de fundação com pedra e argamassa de cimento	m ²	0 05	72 10	3 61
	1.1.5	Elementos Vasados				
		Combojo de concreto pre-moldado tipo pestana (anti-chuva)	m	11 00	26 44	290 84
		32 cm x 12 cm				
	1.1.6	Revestimento				
12 24 01		Chapisco com argamassa de cimento e areia grossa traço 1 3	m ²	472 82	1 96	926 73
12 24 03		Reboco com argamassa de cimento e areia grossa peneirada	m ²	472 82	9 31	4 401 95
		traço 1 3				
	1.1.7	Pisos				
12 20 03		Piso morto em concreto simples consumo 220 kg/m ³ espes-	m ²	10.02	189 89	1 902 70
		sura mínima 5 0 cm				
	1.1.8	Cobertura				
12 15 32		Estrutura de madeira para telha de amianto de 6 00 m	m ²	143 52	8.65	1 241 45
12 17 01		Cobertura com telha de cimento amianto de 6 0 mm	m ²	169 51	18 90	3 203 74
	1.1.9	Esquadrias				
		Porta interna de madeira tipo parana	ud	2,00	99,99	199 98
		Porta externa de madeira de primeira qualidade				
		inclusive forramentos e ferragens	m ³	9 03	143 91	1 299 51
	1.1.10	Pintura				
12 40 03		Pintura com massa corrida e tinta latex	m ²	472.82	6,41	3 030 78
12 40 10		Pintura a oleo p/madeira 2 demãos com massa	m ²	18 06	7.36	132 92
12 40 11		Pintura das tubulações	m ²	15 00	8 79	131 85
	1.1.11	Diversos				
		Instalação hidráulica hidrosanitária inclusive fossa p/5 pessoas	ud	1 00	950 00	950 00
		Fabricação e montagem da caixa de concreto pre-moldado				
		capacidade de 250 litros	ud	1 00	85 00	85 00
90 35 10		Cerca em arame farpado fixado em estaca de concreto ponta				

000038

Adutora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA			ETAPA	Data base
		2.0 - Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT			Ano 2000	Julho/1999
Código Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant.	Preço Unit	TOTAL
	211	CASA DE BOMBAS				
		MATERIAL EM FERRO DUCTIL PN10				
		Tubos com flanges				
		DN 150 mm - L = 0.25 m	ud	21.00	105.60	2.217,61
		DN 150 mm - L = 0.50 m	ud	6.00	123.04	738,25
		DN 150 mm - L = 0.55 m	ud	2.00	126.53	253,06
		DN 150 mm - L = 1.00 m	ud	1.00	157.92	157,92
		DN 150 mm - L = 2.50 m	ud	1.00	262.57	262,57
		DN 200 mm - L = 0.94 m	ud	2.00	200.19	400,38
		DN 250 mm - L = 0.25 m	ud	1.00	190.93	190,93
		DN 250 mm - L = 0.85 m	ud	2.00	265.63	531,25
		DN 250 mm - L = 1.16 m	ud	1.00	304.22	304,22
		DN 300 mm - L = 0.25 m	ud	1.00	236.31	236,31
		DN 300 mm - L = 1.00 m	ud	1.00	350.10	350,10
		DN 300 mm - L = 1.81 m	ud	1.00	472.99	472,99
		DN 300 mm - L = 2.45 m	ud	1.00	570.09	570,09
		*Tubos com flange e aba de vedação				
		DN 300 mm - L = 0.70 m	ud	1.00	147.93	147,93
		*Tubo ponta e flange				
		DN 250 mm - L = 4.00 m	ud	1.00	577.91	577,91
		Curva 90° com flanges				
		DN 300 mm	ud	2.00	381.88	763,76
		DN 200 mm	ud	4.00	162.01	648,04
		DN 150 mm	ud	15.00	104.15	1.562,25
		Curva 90° com flanges e pe				
		DN 150 mm	ud	6.00	162.01	972,08
		Flange cego				
		DN 250 mm	ud	1.00	98.36	98,36
		Redução concêntrica com flanges				
		DN 300 x 200 mm	ud	2.00	286.41	572,82
		DN 300 x 150 mm	ud	1.00	231.44	231,44
		DN 200 x 150 mm	ud	4.00	173.58	694,32
		*Redução excêntrica com flanges				
		DN 200 x 100 mm	ud	4.00	127.29	509,16
		DN 150 x 80 mm	ud	2.00	89.68	179,36
		*Tee com flanges				
		DN 300x 300 mm	ud	2.00	688.52	1.377,04
		DN 250 x 200 mm	ud	4.00	422.37	1.689,48
		DN 200 x 200 mm	ud	2.00	271.94	543,88
		DN 150 x 150 mm	ud	2.00	185.15	370,30
		Chave flangeado				
		DN 300 mm	ud	1.00	180.00	180,00
		*Registro de gaveta chato com flanges e volante				
		DN 300 mm	ud	1.00	1.524,44	1.524,44
		DN 250 mm	ud	1.00	1.021,44	1.021,44
		DN 200 mm	ud	4.00	759,36	3.037,44
		DN 150 mm	ud	7.00	443,52	3.104,64

ADUTORA: Trecho 01 – EEAT/Derivação

000103

UNIDADE DO SISTEMA		DADOS GERAIS			
3.0 - Adutora de água tratada		DN (mm)	300	L _{abs} (m)	0,70
TRECHO <u>EEAT - DERIVAÇÃO</u>		H _{vert} (m)	1,10	Ext. Total (m)	2.910,00
		PVC (m)	2.910,00	FoFo (m)	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇOS (R\$)	
				UNITARIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS E SERVIÇOS				
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1.1	Locação e nivelamento da adutora com estaqueamento de 20 em 20 m	Km	2,91	532,83	1.550,54
1.1.2	Desmatamento tipo médio	m ²	11.640,00	0,07	814,80
1.1.3	Cadastro da adutora	Km	2,91	340,00	989,40
	Sub-total item 1				3.364,74
1.2	OBRA CIVIL E MONTAGEM				
1.2.1	Escavação mecânica de valas material de 1ª H<1,50m	m ³	1.792,56	1,72	3.083,20
1.2.2	Escavação mecânica de valas material de 2ª H<1,50m	m ³	224,07	2,00	448,14
1.2.3	Escavação mecânica de valas material de 3ª H<1,50m	m ³	224,07	30,27	6.782,60
1.2.4	Reaterro de valas com compactação mecânica	m ³	2.240,70	5,32	11.920,52
1.2.5	Escavação carga e transporte de material 1ª Categoria DMT ate 300 m	m ³	336,11	2,21	742,79
1.2.6	Colchão de areia	m ³	101,85	10,19	1.037,85
1.2.7	Carga e transporte de material 3ª Categoria DMTate 300 m	m ³	224,07	1,30	291,29
1.2.8	Carga e transporte de material 2ª Categoria DMTate 300 m	m ³	112,04	1,10	123,24
1.2.9	Caixa de proteção para registros e ventosas tipo I	ud	1,00	148,96	148,96
1.2.10	Bloco de ancoragem em concreto simples	m ²	0,75	228,86	171,65
1.2.11	Assentamento limpeza e teste de tubos e conexões em PVC JE DN 300mm	m	2.910,00	1,07	3.113,70
	Sub-total item 2				27.863,94
	Total item 1				31.218,68
2	FORNECIMENTO				
2.1	Tubo de PVC Classe mínima de pressão 1,25 MPa JE DN 300 mm (+5%)	m	3.055,50	53,00	161.941,50
2.2	Anel de borracha para tubo PVC DN 300 mm	ud	510,00	8,88	4.528,80
2.3	Curva 110° FoFo JE DN 300 mm	ud	2,00	219,87	439,74
2.4	Curva 225° FoFo JE DN 300 mm	ud	1,00	255,16	255,16
2.5	Curva 450° FoFo JE DN 300 mm	ud	2,00	309,84	619,68
2.6	Curva 90° FoFo JE DN 300 mm	ud	2,00	393,44	786,88
2.8	Redução com bolsas DN 300 x 250 mm	ud	1,00	231,44	231,44
2.9	Registro de gaveta com flanges e cabeçote DN 100 mm	ud	7,00	274,18	1.919,26
2.10	Registro de gaveta com flanges e cabeçote DN 50 mm	ud	5,00	104,83	524,15
2.11	Tê FoFo BBF DN 300 x 100 mm	ud	12,00	300,87	3.610,44
2.12	Placa de redução DN 100 x 50 mm	ud	5,00	300,87	1.504,35
2.13	Tê FoFo BBF DN 300 x 150 mm	ud	1,00	332,55	332,55
2.14	Tê FoFo BBF DN 300 x 200 mm	ud	1,00	393,44	393,44
2.15	Ventosa triplice função com flanges DN = 100 mm	ud	7,00	564,00	3.948,00
	Sub-total item 2				181.036,39
	TOTAL GERAL				212.254,07

ADUTORA: Trecho 02 – Derivação/Chaval

000105

UNIDADE DO SISTEMA		DADOS GERAIS			
4 0 - Adutora de agua tratada		DN (mm)	200	L _{total} (m)	0 80
TRECHO DERIVAÇÃO - CHAVAL		H _{max} (m)	1 00	Extensão (m)	18 880 00
		PVC	14 240,00	FoFo	2 640 00

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇOS (R\$)	
				UNITÁRIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS E SERVIÇOS				
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1.1	Locação e nivelamento da adutora com estaqueamento de 20 em 20 m	Km	16 88	532 83	8 994 17
1.1.2	Desmatamento tipo medio	m ²	56 960 00	0 07	3 987 20
1.1.3	Cadastro da adutora	Km	16 88	340 00	5 739 20
	TOTAL 1.1				18 720 57
1.2	OBRA CIVIL E MONTAGEM				
1.2.1	Escavação mecânica de valas material de 1ª H<1 50m	m ³	5 980,80	1 72	10 286 98
1.2.2	Escavação mecânica de valas material de 2ª H<1 50m	m ³	854 40	2,00	1 708 80
1.2.3	Escavação mecânica de valas material de 3ª H<1 50m	m ³	1 708 80	30 27	51 725 38
1.2.4	Reaterro de valas com compactação mecânica	m ³	8 544,00	5,32	45 454 08
1.2.5	Escavação carga e transporte de material 1ª Categoria DMTate 300 m	m ³	2 136 00	2,21	4 720 56
1.2.6	Colchão de areia	m ²	683 52	10,19	6 965 07
1.2.7	Carga e transporte de material 3ª Categoria DMTate 300 m	m ²	1 708 80	1,30	2 221 44
1.2.8	Carga e transporte de material 2ª Categoria DMTate 300 m	m ²	427 20	1 10	469 92
1.2.9	Caixa de proteção para registros e ventosas tipo I	ud	50,00	148,96	7 448 00
1.2.10	Bloco de ancoragem em concreto simples	m ³	1 50	228 86	343 29
1.2.11	Pilaretes de apoio as tubulações elevadas	m ²	22 88	324 37	7 421 59
1.2.12	Fundação para pilaretes de apoio as tubulações elevadas ciclopico	m ³	21 12	157 09	3 317 74
1.2.13	Assentamento limpeza e teste de tubos e conexões em PVC DEFoFo JE DN 200 mm	m	14 240 00	0,69	9 825 60
1.2.14	Assentamento limpeza e teste de tubos e conexões em FoFo JE DN 200 mm	m	2 640 00	2 00	5 280 00
	TOTAL 1.2				151 908 44
	TOTAL 1				170 629 01
2	FORNECIMENTO				
3.1	Tubo de PVC DEFoFo Classe 1 0 MPa JE DN 200 mm (+5%)	m	14 952 00	24 00	358 848 00
3.2	Tubo FoFo Classe K7 JE DN 200 mm (+5%)	m	2 772 00	69 38	192 321,36
3.3	Registro de gaveta com flanges e cabeçote DN = 50 mm	ud	34 00	104 83	3 564,22
3.4	Ventosa triplece função com flanges DN = 50 mm	ud	16 00	255 36	4 085 76
3.5	Te FoFo BBF DN 200 x 50 mm	ud	48 00	156,22	7 498 56
3.6	Curva 11° FoFo JE DN 200 mm	ud	27 00	127,27	3 436 29
3.7	Curva 22° FoFo JE DN 200 mm	ud	40 00	133 65	5 346 00
3.8	Curva 45° FoFo JE DN 200 mm	ud	9 00	157 96	1 421 64
3.9	Curva 90° FoFo JE DN 200 mm	ud	6 00	185 15	1 110 90
3.10	Anel de borracha para Tubo PVC DEFoFo DN 200 mm (+5%)	ud	2 617 00	2 79	7 301,43
3.11	Extremidade ponta flange DN 200 mm	ud	2 00	123 98	247 96
3.12	Registro de gaveta com flanges e cabeçote DN 200 mm	ud	1 00	759,36	759 36
3.13	Valvula automatica de controle de vazão x pressão DN 200 mm	ud	1 00	6 500 00	6 500 00
	TOTAL 2				592 441,48
	TOTAL GERAL				763 070,49

000106

ADUTORA: Trecho 3 – Derivação/Barroquinha

000107

UNIDADE DO SISTEMA	DADOS GERAIS			
	50 - Adutora de água tratada	DN (mm)	150	L _{vaz} (m)
TRECHO DERIVAÇÃO - BARROQUINHA	H _{vaz} (m)	0,95	Ext. Total (m)	13 540 00
	PVC (m)	13 540,00	FoFo (m)	-

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇOS (R\$)	
				UNITARIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS E SERVIÇOS				
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1.1	Locação e nivelamento da adutora com estaqueamento de 20 em 20 m	Km	13 54	532 83	7 214 52
1.1.2	Desmatamento tipo médio	m ²	54 160,00	0,07	3 791 20
1.1.3	Cadastro da adutora	Km	13 54	340 00	4 603,60
	TOTAL 1.1				15 609,32
1.2	OBRA CIVIL E MONTAGEM				
1.2.1	Escavação mecânica de valas material de 1ª H<1 50m	m ³	5 659 72	1 72	9 734,72
1.2.2	Escavação mecânica de valas material de 2ª H<1 50m	m ³	707 47	2 00	1 414,93
1.2.3	Escavação mecânica de valas material de 3ª H<1 50m	m ³	707,47	30 27	21 414 97
1.2.4	Reaterro de valas com compactação mecânica	m ³	7 074,65	5,32	37 637 14
1.2.5	Escavação carga e transporte de material 1ª Categoria DMTate 300 m	m ³	1 061 20	2,21	2 345,25
1.2.6	Colchão de areia	m ³	260 65	10 19	2 655,97
1.2.7	Carga e transporte de material 3ª Categoria DMTate 300 m	m ³	707 47	1,30	919 70
1.2.8	Carga e transporte de material 2ª Categoria DMTate 300 m	m ³	353,73	1,10	389,11
1.2.9	Caixa de proteção para registros e ventosas tipo I	ud	30 00	148,96	4 488 80
1.2.10	Bloco de ancoragem em concreto simples	m ³	0 75	228 86	171,65
1.2.11	Assentamento limpeza e teste de tubos e conexões em PVC DEFoFo JE DN 150mm	m	13 540 00	0 53	7 176,20
	TOTAL 1.2				88 328,43
	TOTAL 1				103 937,74
2	FORNECIMENTO				
2.1	Tubo de PVC DEFoFo Classe 10 MPa JE DN 150 mm (+5%)	m	14 217,00	15 00	213 255,00
2.2	Registro de gaveta com flanges e cabeçote DN = 50 mm	ud	20 00	104,83	2 096,60
2.3	Ventosa tripece função com flanges DN = 50 mm	ud	10,00	255,36	2 553,60
2.4	Te FoFo BBF DN 150 x 50 mm	ud	30,00	109 93	3 297 90
2.5	Curva 1° FoFo JE DN 150 mm	ud	4 00	86 79	347 16
2.6	Curva 22° FoFo JE DN 150 mm	ud	6 00	97 20	583,20
2.7	Curva 45° FoFo JE DN 150 mm	ud	8 00	103,28	826 24
2.8	Curva 90° FoFo JE DN 150 mm	ud	3 00	115,72	347 16
2.9	Anel de borracha para Tubo PVC DEFoFo DN 150 mm	ud	2 370,00	1 77	4 194,90
2.10	Extremidade ponta flange DN 150 mm	ud	2 00	85,96	171,92
2.11	Registro de gaveta com flanges e cabeçote DN 150 mm	ud	1 00	443 52	443,52
2.12	Valvula automática de controle de vazão x pressão DN 150 mm	ud	1 00	5 500,00	5 500 00
	TOTAL 2				233 617,20
	TOTAL GERAL				337 554,94

606108

ADUTORA: Trecho 04 Passagem do Vaz

000109

UNIDADE DO SISTEMA	DADOS GERAIS			
	6 0 - Adutora de agua tratada	DN (mm)	50	L _{vala} (m)
TRECHO <u>ADUTORA PARA PASSAGEM DO VAZ</u>	H _{vala} (m)	0,85	Ext. Total (m)	460,00
	PVC (m)	460,00	FoFo (m)	-

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇOS (R\$)	
				UNITARIO	TOTAL
1	OBRAS CIVIS E SERVIÇOS				
1 1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1 1 1	Locação e nivelamento da adutora com estaqueamento de 20 em 20 m	Km	0,46	532,83	245 10
1 1 2	Desmatamento tipo medic	m ²	920,00	0,07	64 40
1 1 3	Cadastro da adutora	Km	0 46	340 00	156 40
	TOTAL 1 1				465,90
1 2	OBRA CIVIL E MONTAGEM				
1 2 1	Escavação mecânica de valas material de 1 ^a H<1 50m	m ²	149 56	1 72	257 24
1 2 2	Escavação mecânica de valas material de 2 ^a H<1 50m	m ³	26 39	2 00	52 79
1 2 3	Escavação mecânica de valas material de 3 ^a H<1 50m	m ²	8,80	30 27	266 30
1 2 4	Reaterro de valas com compactação mecânica	m ²	184,75	5 32	982 86
1 2 5	Escavação carga e transporte de material 1 ^a Categoria DMTate 300 m	m ³	21,99	2,21	48 61
1 2 6	Colchão de areia	m ³	5 18	10,19	52 73
1 2 7	Carga e transporte de material 3 ^a Categoria DMTate 300 m	m ³	8,80	1,30	11 44
1 2 8	Carga e transporte de material 2 ^a Categoria DMTate 300 m	m ³	13 20	1 10	14 52
1 2 9	Caixa de proteção para registros e ventosas tipo I	ud	1 00	148 96	148 96
1 2 10	Bloco de ancoragem em concreto simples	m ²	0 75	228 86	171 65
1 2 11	Assentamento limpeza e teste de tubos e conexões em PVC PBA Classe 20 JE DN 50mm	m	460 00	0 37	170 20
	TOTAL 1 2				2 177,28
	TOTAL 1				2 643,18
2	FORNECIMENTO				
2 1	Tubo de PVC PBA Classe 20 JE DN 50 mm (+5%)	m	483 00	3 10	1 497 30
2 2	Anel de borracha para Tubo PVC PBA JE DN 50 mm	ud	81 00	0 50	40 50
2 3	Extremidade ponta flange DN 50 mm	ud	2 00	27 55	55 10
2 4	Registro de gaveta com flanges e cabeçote DN 50 mm	ud	2 00	104,83	209 66
2 5	Tê PVC PBA BBF DN 50 x 50 mm	ud	1 00	35 50	35 50
2 6	Tê FoFo BBF DN 200 x 50 mm	ud	1,00	156 22	156 22
2 7	Ventosa tripece função com flanges DN = 50 mm	ud	1 00	255 36	255 36
	Valvula automatica de controle de vazão x pressão DN 50 mm	ud	1 00	1 300 00	1 300 00
	TOTAL 2				3 549,64
	TOTAL GERAL				6 192,82

0000000

RESERVATÓRIO APOIADO DE 600 m³

0,0011

Adutora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA			ETAPA	Data base
		70 - Reservatório Apoiado - 600 m ³ (Chaval)			Ano 2000	Julho/1999
Código Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit	TOTAL
		OBRAS CIVIS				
		Serviços Preliminares				
		Alvenaria em argamassa e tijolo	m ³	220,00	1,48	325,60
		Confeção e Lançamento de Concreto				
		Concreto simples (consumo mínimo de 180 kg/m ³) - lançamento para regularização de forma	m ³	10,81	139,84	1.511,67
		Concreto armado para estruturas (fck 20 MPa)	m ³	36,00	516,08	44.362,88
		Alvenaria de fundação				
		Alvenaria de fundação com pedra e argamassa de cimentação	m ³	64,69	101,42	6.561,14
		Impermeabilização				
		Impermeabilização de superfície em contato com água - com utilização de argamassa de cimento e areia grossa (tracção 1:1) e aditivo impermeabilizante	m ²	370,00	30,47	11.273,90
		Pintura				
		Pintura a base de tinta industrial zaponate 0,5 cm ² /m ²	m ²	390,00	2,19	854,10
		Pintura decorativa em esmalte	m ²	2,00	8,12	16,24
		Movimento de Terra				
		Escavação - carga e descarga de material de 5ª categoria (DMT - CAT-1)	m ³	8,00	13,43	107,44
		Diversos				
		Execução de 4 eixos de alvenarias de contenção	ud	2,00	148,96	297,92
		Estrada de manobras	m	6,00	65,27	391,62
		Companhia de estradas - taxa de 10% sobre o valor	ud	1,00	210,00	210,00
		Sub-total 1				65.945,91
	2	EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS				
		FORNECIMENTO DE TUBULADÕES, CONEXÕES E ACESSÓRIOS PARA:				
		Tubos DN 100 mm - 10 metros	ud	2,00	361,44	722,88
		DN 100 mm - 1,20 m	ud	1,00	102,32	102,32
		DN 100 mm - 1,50 m	ud	1,00	114,67	114,67
		Tubo com flange e aba de vedação				
		DN 200 mm - 1,00 m	ud	1,00	151,49	151,49
		DN 200 mm - 1,50 m	ud	2,00	182,00	364,00
		Tubo com flange porta e aba de vedação				
		DN 200 mm - 1,00 m	ud	1,00	126,90	126,90
		Tubo DN 200 mm - 1,00 m				
		DN 200 mm	ud	1,00	162,01	162,01
		DN 100 mm	ud	1,00	63,65	63,65
		Travessa automática e controle de nível máximo e mínimo	ud	1,00	5.500,00	5.500,00
		DN 200 mm				
		DN 200 mm	ud	1,00	237,23	237,23
		Atrecho de flange nois				
		DN 200 mm	ud	1,00	138,65	138,65
		DN 200 mm				
		DN 200 mm	ud	1,00	67,20	67,20
		Registro de gaveta com flanges e volante - classe PN 10				
		DN 100 mm	ud	1,00	268,80	268,80
		DN 200 mm	ud	1,00	759,36	759,36
		Sub-total 2				9.232,08
		TOTAL GERAL				75.178,00

RESERVATÓRIO APOIADO DE 400 m³

01/01/20

Adutora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA			ETAPA	Data base
		8 0 - Reservatório Apoiado - 400 m ³ (Barroquinha)			Ano 2000	Julho/1999
Código Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit.	TOTAL
	1	OBRAS CIVIS				
	1.1	Serviços Preliminares				
12 04 01		Limpeza manual com roçado e raspagem do terreno	m ²	200 00	0 72	144 00
12 01 15		Locação obra em gabarito de madeira	m ²	135 00	1 45	195 75
	1.2	Confecção e Lançamento de Concreto				
90 30 01		Concreto simples (consumo mínimo de 150 kg/m ³ de cimento) para regularização	m ³	7 20	139 84	1 006 85
90 30 20		Concreto armado para obras apoiadas fck 20 MPa	m ³	60,00	516,08	30 964 80
	1.3	Impermeabilização				
		Impermeabilização de superfície em contato com água com utilização de argamassa de cimento e areia grossa traço 1 3 e aditivo impermeabilizante	m ²	264 00	30 47	8 044 08
	1.4	Pintura				
12 40 01		Pintura a base de cal industrializado ate 3 demãos	m ²	288 00	2 19	630 72
		Pintura sobre ferro com esmalte	m ²	2 00	8 12	16 24
	1.5	Movimento de Terra				
12 02 01		Escavação manual em solo de qualquer categoria exceto rocha prof. Até 2 00 m	m ³	109 00	11 63	1 267 67
15 18 04		Reaterro compactado aproveitando material escavado	m ³	28 00	8 74	244 72
	1.6	Diversos				
12 30 09		Execução de caixas de alvenarias p/drenagem	ud	2 00	148 96	297 92
12 30 09		Escada tipo marinho	m	6 00	65 27	391 62
		Tampão de inspeção em Aço (80 x 80 cm)	ud	1 00	210 00	210 00
		Btta adquinda	m3	7,00	21 10	147 70
		Sub-total 1				43 562,07
	2	EQUIPAMENTOS HIDROMECANICOS				
		FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES, CONEXÕES E ASSESSORIOS (PN-10)				
		*tubos FoFo com flange e ponta				
		DN 150 mm - L = 2 80 m	ud	2 00	239 41	478 83
		*tubos PVC com corrugado e perfurado para drenagem				
		DN 100 mm - L = 6 00 m	ud	2 00	55 00	110 00
		*tubos com flanges				
		DN 100 mm - L = 1 0 m	ud	1 00	94 23	
		*Extremidade com flange e aba de vedação				
		DN 150 mm - L = 0 70 m	ud	2 00	185 15	370,30
		DN 100 mm - L = 0 70 m	ud	1 00	121 51	121 51
		*Curva 90° com flanges				
		DN 150 mm	ud	2 00	104,15	208 30
		*Curva 90° com bolsas				
		DN 150 mm	ud	1 00	115 72	115 72
		*Curva 22° com flanges				
		DN 150 mm	ud	1 00	85 66	85 66

RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100 m³

000116

Aduora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA			ETAPA	Data base
		9.0 - Reservatorio Elevado - 100 m ³ (Lavaçem dos Filtrros)			Ano 2000	Julho/1999
Codigo Tab SRH	ITEM	Discriminaçào	Umd	Quant	Preço Unit	TOTAL
	1	OBRAS CIVIS				
		Serviços Preliminares				
		Locaçao da obra com gabarito de madeira	m2	69,98	1,45	101,47
	1.2	Confecção e Lançamento de Concreto				
		Concreto simples (consumo mínimo de 150 kg/m3 de cimento) para regularizaçao	m ³	0,84	139,84	117,47
		Concreto armado para obras apoiadas fck 20 MPa	m ³	39,50	675,58	26.685,41
	1.3	Impermeabilizaçào				
		Impermeabilizaçào de superficie em contato com agua com utilizaçào de argamassa de cimento e areia grossa traco 1:3 e aditivo impermeabilizante	m ²	82,43	30,47	2.511,64
	1.4	Pintura				
		Pintura a base de cal industrializado ate 3 demãos	m ²	221,42	2,19	484,91
		Pintura sobre ferro com esmalte	m ²	2,00	8,12	16,24
	1.5	Movimento de Terra				
		Escavaçào manual em solo de qualquer categoria exceto rocha prof. Ate 2,00 m	m3	64,38	11,63	748,74
		Reaterro compactado aproveitando material escavado	m3	10,08	8,74	88,10
	1.6	Diversos				
		Execuçào de caixas de alvenarias p/drenagem	ud	1,00	148,96	148,96
		Escada tipo marinho	m	16,00	65,27	1.044,32
		Tampão de inspeçào em Aço (80 x 80 cm)	ud	1,00	210,00	210,00
		Para-raio distribuçào classe 12 kv tipo valvula	ud	1,00	95,00	95,00
		Total 1				32.252,26
	2	EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS				
		FORNECIMENTO DE TUBULACÕES, CONEXÕES E ASSESSORIOS (PN-10)				
	2.1	Entrada D'Agua				
		Tubo com flange e ponta FºFº L=3,10m DN 150mm	un	1,00	76,88	76,88
		Tubo com flange e ponta FºFº L=5,70m DN 150mm	un	1,00	361,91	361,91
		Tubo com flanges FºFº L=5,80m DN 150mm	un	2,00	416,87	833,74
		Curva de 90º com flanges FºFº PN-10 DN 150mm	un	1,00	141,21	141,21
		Curva de 90º com bolsas FºFº PN-10 DN 150mm	un	1,00	115,72	115,72
	2.3	Saida para os filtros				
		Registro de gaveta com flanges e volante PN-16 FºFº DN 250mm	un	1,00	1.021,44	1.021,44
		Curva de 90º com bolsas FºFº PN-10 DN 250mm	un	1,00	271,94	271,94
		Extremidade ponta flange FºFº c/aba de vedaçào L=0,70m DN 250mm	un	1,00	335,59	335,59
		Tubo com flanges FºFº L=5,80m DN 250mm	un	2,00	743,34	1.486,69
		Tubo com ponta flange FºFº L=1,00m DN 250mm	un	1,00	185,75	185,75
		Tubo com ponta flange FºFº L=2,00m DN 250mm	un	1,00	283,60	283,60
		Tubo com ponta flange FºFº L=2,10m DN 250mm	un	1,00	293,39	293,39
	2.4	Extravazor/Limpeza				
		Toco com flange com aba de vedaçào L=0,70m DN 150mm	un	1,00	248,23	248,23
		Curva de 90º com flanges FºFº PN-10 DN 150mm	un	1,00	141,21	141,21
		Tubo com flanges FºFº L=5,80m DN 150mm	un	2,00	416,87	833,74
		Tubo com flange e ponta FºFº L=3,10m DN 150mm	un	1,00	219,40	219,40

RESERVATÓRIO ELEVADO DE 35 m³

Adutora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA			ETAPA	Data base
		10.0 - Reservatório Elevado - 35 m ³ (Passagem do Vaz)			Ano 2000	Julho/1999
Código Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unt	TOTAL
	1	OBRAS CIVIS				
		Serviços Preliminares				
		Limpeza manual do terreno	m ²	12 00	0 72	8 64
		Locação da obra com guias de madeira	m ²	10 00	1 45	14 50
	1.2	Movimento de Terra				
		Escavação em solo de qualquer natureza - exceto rocha	m ³	46 00	11 63	534 98
		Reaterro compactado aproveitando material escavado	m ³	37 00	8 74	323 38
	1.3	Fornecimento e Assentamento de Tubos de concreto Armado				
		Tubo de concreto armado pre-moldado - diametro de 3.0 m	m	5 00	465 00	2 325.00
	1.4	Impermeabilização				
		Impermeabilização de superfície em contato com água com utilização de argamassa de cimento e areia grossa traço 1:3 e aditivo impermeabilizante	m ²	48 00	30 47	1 462 56
	1.5	Diversos				
		Execução de caixas de alvenarias p/drenagem	ud	1 00	148 96	148 96
		Escada tipo marinho - conforme projeto devidamente tratada contra oxidação	m	14 00	29 37	411 18
		Tampão de inspeção	ud	1 00	210 00	210 00
		Para-raio - distribuição classe 12 kv - tipo valvula	ud	1 00	95 00	95,00
	1.6	Pintura				
		Pintura a base de cal - 3 demãos	m ²	143 92	2 19	315 18
		Confecção e Lançamento de Concreto				
	1.7	Concreto armado para obras apoiadas fck 20 MPa	m ³	4 00	516 08	2 064 32
		Total 1				7 913,70
	2	EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS				
		Fornecimento de tubos, conexões e válvulas conforme relação constante do projeto				4 500 00
		Total 1				4 500,00
		TOTAL GERAL				12413,70

RESERVATÓRIO ONE-WAY

000121

Adutora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA 11.0 - Reservatório One Way			ETAPA Ano 2000	Data base Julho/1999
Código Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit	TOTAL
		11.1 - ONE WAY TIPO 1 (Adl. CHAVAL) 01 Unidade				
		OBRAS CIVIS				
		Serviços Preliminares				
		Limpeza manual do terreno	m ²	20,00	0,72	14,40
		Locação da obra com quias de madeira	m ²	24,00	1,45	34,80
		Movimento de Terra				
		Escavação em solo de qualquer natureza exceto rocha	m ³	69,98	11,63	813,87
		Reaterro compactado aproveitando material escavado	m ³	64,38	8,74	562,68
		Fornecimento e Assentamento de Tubos de concreto Armado				
		Tubo de concreto armado CA-1 diâmetro de 2000 mm	m	10,00	295,00	2.950,00
		Impermeabilização				
		Impermeabilização de superfície em contato com água com utilização de argamassa de cimento e areia grossa traço 1:3 e aditivo impermeabilizante	m ²	70,46	30,47	2.146,92
		Diversos				
		Execução de caixas de alvenarias p/ drenagem	ud	1,00	148,96	148,96
		oxidacao	m	12,00	29,37	352,44
		Tampão de inspeção	ud	1,00	210,00	210,00
		Para-raio distribuição classe 12 kv tipo valvula	ud	1,00	95,00	95,00
		Pintura				
		Pintura a base de cai 3 demãos	m ²	143,92	2,19	315,18
		Confecção e Lançamento de Concreto				
		Concreto armado para obras apoiadas fck 20 MPa	m ³	5,20	516,08	2.683,62
		Total 1				10.327,87
		2 EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS				
		FORNECIMENTO DE TUBULACÖES CONEXÖES E ASSESSORIOS (PN-10)				
		Curva de 45° com flanges F°F° PN-10 DN 150mm	un	4,00	103,28	413,12
		Curva de 90° com flanges F°F° PN-10 DN 100mm	un	3,00	63,65	190,95
		Curva de 90° com flanges F°F° PN-10 DN 150mm	un	2,00	141,21	282,42
		Extremidade ponta flange F°F° DN 150 mm	un	1,00	85,96	85,96
		Junta de desmontagem travada axialmente 100 mm	un	1,00	385,00	385,00
		Junta de desmontagem travada axialmente 150 mm	un	2,00	600,00	1.200,00
		Registro de gaveta com flanges e volante F°F° PN-16 DN 100mm	un	1,00	298,37	298,37
		Registro de gaveta com flanges e volante F°F° PN-16 DN 150mm	un	4,00	443,52	1.774,08
		Te com bolsas DN 200 x 150 mm	un	2,00	185,55	371,10
		Te flangeado DN 150 x 100 mm	un	1,00	165,65	165,65
		Tubo com flange e ponta F°F° L=0 25 DN 150 mm	un	6,00	63,18	379,09
		Tubo com flange e ponta F°F° L=0 40 DN 100 mm	un	1,00	68,32	68,32
		Tubo com flange e ponta F°F° L=0 40 DN 150 mm	un	1,00	71,40	71,40
		Tubo com flange e ponta F°F° L=0 8 DN 100 mm	un	1,00	82,09	82,09
		Tubo com flange e ponta F°F° L=1 00 DN 150 mm	un	4,00	104,29	417,16
		Tubo com flange e ponta F°F° L=1 53 DN 100 mm	un	1,00	107,20	107,20
		Tubo com flange e ponta F°F° L=2 60 DN 100 mm	un	1,00	144,02	144,02
		Tubo com flange e ponta F°F° L=5 80 DN 100 mm	un	1,00	254,13	254,13
		Tubo com flanges F°F° L=0 50 m DN 150 mm	un	3,00	126,36	379,09
		Tubo com flanges F°F° L=3 85 m DN 150 mm	un	2,00	309,99	619,97
		Tubo com flanges F°F° L=5 80 m DN 150 mm	un	1,00	416,87	416,87
		Tubo de PVC DEFoFo 150 mm	un	6,00	15,00	90,00
		Valvula de retenção tipo portinhola dupla	un	2,00	1.029,00	2.058,00
		Valvula borboleta com boia 100 mm	un	1,00	225,00	225,00
		Total 2 (01 Unidade)				10.479,00
		TOTAL 1+2 (01 Unidade)				20.806,86

000122

Adutora de Chaval e Barroquinha		UNIDADE DO SISTEMA 11 0 - Reservatorio One Way			ETAPA Ano 2000	Data base Julho/1999
Codigo Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit	TOTAL
		11 2 - ONE WAY TIPO 2 (Ad. BARROQUINHA): 02 Unidade				
	1	OBRAS CIVIS				
	1	Serviços Preliminares				
		Limpeza manual do terreno	m²	20 00	0 72	14 40
		Locação da obra com guias de madeira	m²	24 00	1 45	34 80
	1 2	Movimento de Terra				
		exceto rocha	m³	69 98	11 63	813 87
		Reaterro compactado aproveitando material escavado	m³	64 38	8 74	562 68
	1 3	Fornecimento e Assentamento de Tubos de concreto Armado				
		Tubo de concreto armado CA-1 diâmetro de 2000 mm	m	10 00	295 00	2 950 00
	1 4	Impermeabilização				
		Impermeabilização de superfície em contato com água com utilização de argamassa de cimento e areia grossa traço 1 3 e aditivo impermeabilizante	m²	70 46	30 47	2 146 92
	1 5	Diversos				
		Execução de caixas de alvenarias p/drenagem	ud	1 00	148 96	148 96
		oxidação	m	12 00	29 37	352 44
		Tampao de inspeção	ud	1 00	210 00	210 00
		Para-raio distribuição classe 12 kv tipo valvula	ud	1 00	95 00	95 00
	1 6	Pintura				
		Pintura a base de cal - 3 demãos	m²	143 92	2 19	315 18
		Confecção e Lançamento de Concreto				
	1 7	Concreto armado para obras apoiadas fck 20 MPa	m³	5 20	516 08	2 683 62
		Total 1(01 Unidade)				10 327,87
		Total 1(02 Unidade)				20 665,73
	2	EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS				
		FORNECIMENTO DE TUBULAÇÕES CONEXÕES E ASSESSORIOS (PN-10)				
		Curva de 45º com flanges FºFº PN-10 DN 150mm	un	4 00	103 28	413 12
		Curva de 90º com flanges FºFº PN-10 DN 100mm	un	3 00	63 65	190 95
		Curva de 90º com flanges FºFº PN-10 DN 150mm	un	2 00	141 21	282 42
		Extremidade ponta flange FºFº DN 150 mm	un	1 00	85 96	85 96
		Junta de desmontagem travada axialmente 100 mm	un	1 00	385 00	385 00
		Junta de desmontagem travada axialmente 150 mm	un	2 00	600 00	1 200 00
		Registro de gaveta com flanges e volante FºFº PN-16 DN 100mm	un	1 00	298,37	298 37
		Registro de gaveta com flanges e volante FºFº PN-16 DN 150mm	un	4 00	443,52	1 774 08
		Tê com bolsas DN 150 x 150 mm	un	2 00	165 00	330 00
		Te flangeado DN 150 x 100 mm	un	1 00	165 65	165 65
		Tubo com flange e ponta FºFº L=0 25 DN 150 mm	un	6 00	63 18	379 09
		Tubo com flange e ponta FºFº L=0 40 DN 100 mm	un	1 00	68 32	68 32
		Tubo com flange e ponta FºFº L=0 40 DN 150 mm	un	1 00	71 40	71 40
		Tubo com flange e ponta FºFº L=0 8 DN 100 mm	un	1 00	82 09	82 09
		Tubo com flange e ponta FºFº L=1 00 DN 150 mm	un	4 00	104 29	417 16
		Tubo com flange e ponta FºFº L=1 53 DN 100 mm	un	1 00	107 20	107 20
		Tubo com flange e ponta FºFº L=2 60 DN 100 mm	un	1 00	144 02	144 02
		Tubo com flange e ponta FºFº L=5 80 DN 100 mm	un	1 00	254 13	254 13
		Tubo com flanges FºFº L=0 50 m DN 150 mm	un	3 00	126 36	379 09
		Tubo com flanges FºFº L=3 85 m DN 150 mm	un	2 00	309 99	619 97
		Tubo com flanges FºFº L=5 80 m DN 150 mm	un	1 00	416,87	416 87
		Tubo de PVC DEFoFo 150 mm	un	6 00	15 00	90 00
		Valvula de retenção tipo portinhola dupla	un	2 00	1 029 00	2 058 00
		Valvula borboleta com boia 100 mm	un	1 00	225 00	225 00
		Total 2 (01 Unidade)				10 437 90
		Total 2 (02 Unidade)				20 875 79
		TOTAL 1+2 (02 Unidades)				41 531,52
		TOTAL GERAL (03 Unidades)				62 187,26

600123

ETA

000124

Adutora de Aracoiaba e Baturite		UNIDADE DO SISTEMA 12.0 Estação de Tratamento ETA			ETAPA		Data base
Código	ITEM	Discriminação	Unid	Quant.	Ano 2000 Preço Unit	Julho/1999 TOTAL	
Tab SRH							
	1	OBRAS CIVIS					
	1	Serviços Preliminares - Locação da obra com gabarito de madeira	m ²	55,00	1,45	79,75	
	2	MOVIMENTO DE TERRA					
		- Escavação manual em solo de qualquer categoria exceto rocha prof. Até 2,00 m	m ³	27,50	11,63	319,83	
		- Aterro compactado sem empréstimo de material (aproveitamento de material escavado)	m ²	10,00	8,74	87,40	
	3	DIVERSOS					
		- Concreto simples para base dos filtros	m ³	12,50	189,79	2.372,38	
		- instalação e montagem dos equipamentos da ETA	ud	1,00	5.500,00	5.500,00	
		Sub-total item 1				8.359,35	
	2	FORNECIMENTO E MONTAGEM DO EQUIPAMENTO HIDROMECÂNICO					
	2.1	- Filtro de fluxo ascendente modelo CLA II - 300 fabricado em fibra de vidro acompanhado de barrilete composto por tubos conexões válvulas escada inclusive o material filtrante com capacidade para tratar a vazão de 67,00m ³ /h por unidade (marca Hemfibra ou similar)	ud	3,00	27.600,00	82.800,00	
	2.2	Camara de carga fabricado em resina poliéster estruturada com fibra de vidro modelo CCLA- 2 ou similar com diâmetro de 1,00 m e altura total de 5,80 m inclusive misturador hidráulico	ud	1,00	5.900,00	5.900,00	
	2.3	Tanque para preparação e armazenamento de solução de hipoclorito de cálcio ou sódio contendo quatro cortinas tubo de alimentação bocal de descarga e tampa com vedação para evitar evaporação do cloro da solução e nichos para instalação na sua parte superior modelo Hemfibra KPDS - 500 ou similar	ud	2,00	5.390,00	10.780,00	
	2.4	Tanque para preparação e armazenamento de solução de hipoclorito de cálcio ou sódio contendo quatro cortinas tubo de alimentação bocal de descarga e tampa com vedação para evitar evaporação do cloro da solução e nichos para instalação na sua parte superior modelo Hemfibra KPDS - 1000 ou similar	ud	2,00	8.085,00	16.170,00	
	2.5	Clorador para montagem em parede funcionamento a vacuo dosagem de cloro gasoso com capacidade ate 24 Kg/dia completo	ud	2,00	3.640,00	7.280,00	
	2.6	Cilindro de aço para cloro gas com capacidade de 50Kg	ud	15,00	600,00	9.000,00	
		Total Item 2				131.930,00	
		TOTAL GERAL				140.289,35	

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

000126

ITEM	UNIDADE DO SISTEMA Discriminação	Unid	Quant.	ETAPA	Data base
				Ano 2000 Preço Unit.	Julho/1999 TOTAL
13 0 - Equipamentos Elétricos EEAB/EEAT					
A - EQUIPAMENTOS E MATERIAIS ELÉTRICOS DA EEAB E DA EEAT					
1,00	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA				609,00
	Poste de concreto do tipo duplo T ref 150/10	ud	1,00	128,00	128,00
	Armação rex de dois estribos completa	ud	3,00	15,00	45,00
	Cabo de cobre isolado 750V no 6,0 mm2 antichama fab Pirelli	mt	200,00	1,00	200,00
	Eletroduto Spiraflex pvc do tipo seal tube 3/4	mt	30,00	3,00	90,00
	Quadro medidor trifasico padrão COELCE uso ao tempo	ud	1,00	60,00	60,00
	Disjuntor termomagnético tripolar 40A fab SIEMENS	ud	1,00	50,00	50,00
	Haste copperweld 5/8"x 2 40m com conector GKP	ud	3,00	12,00	36,00
2,00	QGBT				27.300,00
	Fornecimento e montagem armario metalico para abrigar contendo				27.300,00
	>Barramento cobre eletrolitico de seção transversal de 3/4"x 1/8				
	>01 Disjuntor termomagnético tripolar 150A fab SIEMENS				
	>05 Disjuntor termomagnético monopolar 15A				
	>02 Chave estatica SIKOSTART ref 3RW22 31-1AB15 380 V fab SIEMENS (para 40CV) - completa vide desenho - com os seguintes elementos basicos de proteção por chave				
	>>01 Secionador-fusivel de ação retardada com 03 fusiveis NH 100A ref 3NA3 830 fab Siemens - 01				
	>>01 Contator tripolar ref 3TF47 22 - 0A bobina 220V - 01 fab Siemens				
	>>01 Relé de sobrecarga ref 3UA 58 00 2p (50-63A) fab Siemens				
	>>03 Fusivel de ação ultra- rápida SITOR 160A ref 3NE4 224 fab Siemens				
	>04 Chave estatica SIKOSTART ref 3RW22 30-1AB15 380 V fab SIEMENS (para 30CV) - completa vide desenho - com os seguintes elementos basicos de proteção por chave				
	>> 01 Secionador-fusivel de ação retardada com 03 fusiveis NH 80A ref 3NA3 824 fab Siemens				
	>> 01 Contator tripolar ref 3TF46 22 - 0A bobina 220V - 01 fab Siemens				
	>> 01 Relé de sobrecarga ref 3UA 58 00 2f (32-50A) fab Siemens				
	>> 03 Fusivel de ação ultra- rápida SITOR 125A ref 3NE4 222 fab Siemens				
	>02 Chave estatica SIKOSTART ref 3RW22 25-1AB15 380 V fab SIEMENS (para 10CV) - completa vide desenho - com os seguintes elementos basicos de proteção por chave				
	>> 01 Secionador-fusivel de ação retardada com 03 fusiveis NH 16A ref 3NA3 805 fab Siemens				
	>> 01 Contator tripolar ref 3TF41 10 - 0A bobina 220V - 01 fab Siemens				
	>> 01 Relé de sobrecarga ref 3UA 50 00 1k (8-12,5A) fab Siemens				
	>> 03 Fusivel de ação ultra- rápida SITOR 80A ref 3NE4 220 fab Siemens				
	> 35 m de cabo de cobre nu no 35mm2				
	> 03 Haste copperweld 5/8"x 2,40m com conector GKP				
	>Contatores auxiliares borneiras placas de identificação ventuais gerais de montagem				
3,00	INTERLIGAÇÕES BOIAS / QGBT				183,70
	Boia de nivel fab LENZ	ud	3,00	10,00	30,00
	Cabo sintenax 1000V 2#1,5mm2 fab Pirelli	mt	90,00	0,65	58,50
	Eletroduto Spiraflex do tipo Seal Tube pvc 3/4	mt	30,00	3,00	90,00
	Box reto 3/4"	ud	2,00	2,60	5,20
4,00	INTERLIGAÇÕES ENTRE QGBT E BOMBAS				2.230,05
	Eletroduto pvc rigido 1 fab Tigre	vr	28,00	3,00	84,00
	Curva Longa 90o pvc 1" fab Tigre	ud	14,00	0,65	9,10
	Luva pvc 1" fab Tigre	ud	50,00	0,65	32,50
	Cabo de cobre isolado 750V no 10 mm2 antichama fab Pirelli	mt	450,00	0,65	292,50
	Cabo de cobre isolado sintenax 1kV no 16mm2 antichama fab Pirelli	mt	1.200,00	0,98	1.176,00

ITEM	UNIDADE DO SISTEMA			ETAPA	Data base
	13 0 - Equipamentos Elétricos EEAB/EEAT			Ano 2000	Julho/1999
	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit	TOTAL
	Eletroduto Spiraflex pvc do tipo seal tube 1	mt	150,00	3,00	450,00
	Box reto 1	ud	8,00	2,60	20,80
	Eletroduto pvc rígido 3/4" fab Tigre	vr	6,00	3,00	18,00
	Curva Longa 90o pvc 3/4" fab Tigre	ud	10,00	0,65	6,50
	Luva pvc 3/4" fab Tigre	ud	25,00	0,65	16,25
	Arame galvanizado no 12	kg	1,00	0,80	0,80
	Cabo de cobre isolado 750V no 2,5 mm2 antichama fab Pirelli	mt	120,00	0,65	78,00
	Eletroduto Spiraflex pvc do tipo seal tube 3/4	mt	10,00	3,00	30,00
	Box reto 3/4	ud	6,00	2,60	15,60
5,00	ILUMINAÇÃO E TOMADAS CASA DE MÁQUINAS				1.153,97
	Luminaria fluorescente completa a prova de tempo e umidade 2x40W com reator AFP fab Philips	ud	15,00	40,00	600,00
	Luminaria fluorescente completa a prova de tempo e umidade 1x20W com reator AFP fab Philips	ud	1,00	30,00	30,00
	Interruptor simples linha silentoque fab Pial	ud	1,00	5,96	5,96
	Tomada de corrente universal 10A 2P+T 240V linha silentoque fab Pial	ud	4,00	5,96	23,84
	Tomada de corrente universal 10A 2P+T 240V dupla linha silentoque fab Pial em caixa 4"x2	ud	10,00	5,96	59,60
	Tomada de corrente universal 10A 2P+T 240V dupla linha silentoque acoplada a interruptor simples fab Pial em caixa 4 x2	ud	3,00	5,96	17,88
	Interruptor simples fab Pial em caixa 4 x2	ud	2,00	5,96	11,92
	Interruptor paralelo fab Pial em caixa 4"x2	ud	2,00	5,96	11,92
	Eletroduto pvc rígido 3/4"fa Tigre	vr	4,00	2,20	8,80
	Curva longa 90o pvc 3/4" fab Tigre	ud	6,00	0,65	3,90
	Caixa plastica octogonal 3" fab Tigre	ud	6,00	0,65	3,90
	Luva pvc 3/4" fab Tigre	ud	25,00	0,65	16,25
	Luminaria "socorro" 5x1025 Siemens com lâmpada incandescente 60W rabicho de cabo sintenax 2x2,5mm2 1" mt 1000V Pirelli e tomada de corrente universal 10A 240V linha silentoque fab Pial	ud	2,00	50,00	100,00
	Cabo de cobre isolado 750V no 2,5 mm2 antichama fab Pirelli	mt	400,00	0,65	260,00
6,00	ILUMINAÇÃO EXTERNA				4.043,00
	Poste de concreto do tipo duplo "T" ref 150/10	ud	7,00	128,00	896,00
	Armação rex de dois estribos completa	ud	24,00	15,00	360,00
	Cabo de cobre isolado 750V no 2,5 mm2 antichama fab Pirelli	mt	580,00	0,65	377,00
	Eletroduto Spiraflex pvc do tipo seal tube 3/4	mt	30,00	3,00	90,00
	Luminaria fechada com lâmpada vapor de mercúrio 250W com reator externo e fotocelula e braço em FG	ud	8,00	260,00	2.080,00
	Curva Longa 90o pvc 3/4"fab Tigre	ud	20,00	0,65	13,00
	Eletroduto pvc rígido 3/4"fa Tigre	vr	50,00	2,20	110,00
	Curva longa 90o pvc 3/4" fab Tigre	ud	30,00	0,65	19,50
	Luva pvc 3/4"fab Tigre	ud	150,00	0,65	97,50
	TOTAL A				35.519,72
	B - SUBESTAÇÃO AÉREA DE 115,5 KVA				
	FORNECIMENTO E MONTAGEM DE UMA SUBESTAÇÃO AÉREA PADRÃO COELCE COMPOSTA DOS SEGUINTES EQUIPAMENTOS BÁSICOS	ud	1,00	7.800,00	7.800,00
	>03 Cruzeta de concreto armado tipo N 1 90m padrão Coelce				
	>01 Poste de concreto armado do tipo duplo T ref 600 / 11				
	BARRAMENTO DE A				

ITEM	UNIDADE DO SISTEMA 13 0 - Equipamentos Elétricos EEAB/EEAT Discriminação	Unid	Quant.	ETAPA	Data base
				Ano 2000	Julho/1999
				Preço Unit.	TOTAL
	>12 Fio rígido de cobre nu 25mm ²				
	PROTEÇÃO DE A T				
	>03 Para-raios tipo válvula p/ sistemas de distribuição de 15kV				
	>03 Chave fusível indicadora unipolar 100A 15kV abertura em carga c/ elos fusíveis de 6K				
	TRANSFORMAÇÃO				
	>01 Transformador trifásico de distribuição 112,5kVA 13800/13200/12600/11400/380/220 V 60Hz com buchas de A T de 25 kV fab Cemec				
	INTERLIGAÇÕES				
	>150m Cabo de cobre isolado 750V no 70mm ² antichama fab Pirelli				
	>100m Cabo de cobre isolado 750V no 50 mm ² antichama fab Pirelli				
	>15 vara Eletroduto PVC rígido diâm 3" fab Tigre				
	>04 Curva longa 90º PVC rígido diâm 3" fab Tigre				
	>17 Luva PVC diâm 3" fab Tigre				
	MEDIÇÃO				
	>01 Quadro metálico para medição secundária de consumidor primário (1 20 x 0,90 x 0,26 m) padrão Coelce				
	>01 Disjuntor termomagnético tripolar 175 A , 10 kA simétricos (mínimo)				
	FERRAGENS				
	>03 Gancho olhal fg				
	>03 Manilha sapatilha para alça preformada				
	>03 Alça preformada para cabo de cobre 25mm ²				
	>03 Olhal para parafuso fg				
	>04 Parafuso máquina cabeça quadrada M16 x2 C-350-R220				
	>04 Parafuso máquina cabeça quadrada M16 x2 C-400-R320				
	ATERRAMENTO				
	>06 Haste de terra de aço cobreado 5/8 x 2,40m				
	06 Cabo de cobre nu no 35 mm ²				
	TOTAL B				7.800,00
	C - REDE ELETRICA				
	Rede elétrica em 13,8KV	Km	3,00	14.000,00	42.000,00
	TOTAL C				42.000,00
	TOTAL GERAL (A+B+C)				85.319,72

1.00119

Adutora de Aracoiaba e Baturite		UNIDADE DO SISTEMA 14.0 Obras e Equipamentos Complementares			ETAPA Ano 2000	Data base Julho/1999
Código Tab SRH	ITEM	Discriminação	Unid	Quant	Preço Unit	TOTAL
	1	Urbanização Serviços e obras de urbanização da área da ETA/EEAT conforme projeto de referência	ud	1 00	4 000 00	4 000 00
	2	Tubos e Conexões para Interligações entre a ETA/REL/RAP (Os Tubo de ferro fundido K-7 JE DN 250 mm Tubo de ferro fundido K-7 JE DN 150 mm Tubo de PVC JE DN 400 mm (linha esgoto) Flange avulso DN 250 mm Flange avulso DN 150 mm Curva 90 ferro fundido com bolsas DN 250 mm Curva 90 ferro fundido com bolsas DN 150 mm	m m m ud ud ud ud	12 00 12 00 30,00 2 00 2,00 1 00 1 00	88 93 49 83 59 63 79 90 44 08 271 94 115 72	1 067 16 597 96 1 788 90 159 80 88 16 271 94 115 72
	3	Chafariz (Lagoa do Mato) Execução de chafariz conforme projeto inclusive fornecimento e montagem de tubos e conexões	ud	1 00	2 800 00	2 800 00
		TOTAL				10 889,64

OBRAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

000131

ANEXOS

94

000132

ANEXOS

133

ANEXO 01 – Diâmetro Econômico

1. x. P. 1. 1. 1. 1. 1. 1.

000134

RESUMO - DIMENSIONAMENTO DIÂMETRO ECONÔMICO

1. DADOS POPULACIONAIS

POPULAÇÃO (hab.)	ANO	BARROQ.	CHAVAL/PASS
População Inicial	2000	4.293	8.682
População 1ª Etapa	2010	5.353	10.652
População 2ª Etapa	2020	6.359	12.615
População 3ª Etapa	2030	7.325	14.608

2. PARÂMETROS DE PROJETO

Coeficiente de máxima variação diária K1	1,2	1,2
Coeficiente de máxima variação horária K2	1,5	1,5
Per capita (l/dia.hab.)	Var.	Var.
Tempo de operação máxima (horas)	20	21

3. VAZÕES

Inicial - 2000		
Qmédia (l/seg.)	7,91	8,98
Qmáx. diária (l/seg.)	9,49	10,77
1ª Etapa - 2010		
Qmédia (l/seg.)	11,45	22,41
Qmáx. diária (l/seg.)	13,74	26,89
2ª Etapa - 2020		
Qmédia (l/seg.)	13,60	26,53
Qmáx. diária (l/seg.)	16,32	31,84
3ª Etapa - 2030		
Qmédia (l/seg.)	15,66	30,72
Qmáx. diária (l/seg.)	18,79	36,87

3. ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO

Alternativa I				R\$/m	R\$ Total	
Trecho I (EEAT/Der.)	L(m)	2.910	DN(mm)	300	73,80	214.758
Trecho II (Barroq.)	L1(m)	13.540	DN1(mm)	150	20,00	270.800
	L2(m)		DN2(mm)			
Trecho III (Chaval)	L1(m)	16.880	DN(mm)	200	34,08	575.270
	L2(m)					
Custo Tub. (VP)		33.330				1.060.828
Custo Energia (VP)						250.703
Total VP						1.311.532

Alternativa II				R\$/m	R\$ Total	
Trecho I (EEAT/Der.)	L(m)	2.910	DN(mm)	300	73,80	214.758
Trecho II (Barroq.)	L1(m)	13.540	DN1(mm)	200	34,08	461.443
	L2(m)		DN2(mm)			
Trecho III (Chaval)	L1(m)	16.880	DN1(mm)	250	51,31	866.113
	L2(m)		DN2(mm)			
Custo Tub. (VP)		33.330				1.542.314
Custo Energia (VP)						#REF!
Total VP						#REF!

Material			PVC
Rugosidade relativa			0,01
Altura manométrica (m)	Alt. I		71,31
Altura manométrica (m)	Alt. II		#REF!
Altura manométrica (m)			
Taxa de juros (% a .a)			12,00
Rendimento do conjunto motobomba(%)			70,00
Tarifas (R\$)	Consumo (Kw.h)		0,10
	Demanda (Kw)		6,50

000135

CUSTOS DE ENERGIA (VP)

Alternativa I											
ANO	VAZÃO (l/s) - 20hs		Ht(m)	POT. (Kw)	FUNC. (h/ano)	ENERGIA		CUSTO - VALOR CORRENTE(R\$)			VALOR PRESENTE
	Média	Recalque				Cons.(Kw.h)	Demanda (Kw)	Consumo	Demanda	TOTAL	
2000	15,61	55,66	71,31	61,20	2.046,85	125.273,80	734,44	12.527,38	4.773,85	17.301,23	17.301,23
2001	16,89	55,66	71,31	61,20	2.215,17	135.575,56	734,44	13.557,56	4.773,85	18.331,41	16.367,33
2002	23,60	55,66	71,31	61,20	3.095,45	189.451,34	734,44	18.945,13	4.773,85	23.718,99	18.908,63
2003	26,25	55,66	71,31	61,20	3.443,27	210.739,49	734,44	21.073,95	4.773,85	25.847,80	18.397,96
2004	27,99	55,66	71,31	61,20	3.671,05	224.680,23	734,44	22.468,02	4.773,85	27.241,88	17.312,70
2005	29,99	55,66	71,31	61,20	3.933,19	240.723,88	734,44	24.072,39	4.773,85	28.846,24	16.368,13
2006	30,66	55,66	71,31	61,20	4.021,43	246.124,82	734,44	24.612,48	4.773,85	29.386,34	14.888,03
2007	31,28	55,66	71,31	61,20	4.101,88	251.048,37	734,44	25.104,84	4.773,85	29.878,69	13.515,60
2008	31,90	55,66	71,31	61,20	4.183,94	256.070,49	734,44	25.607,05	4.773,85	30.380,90	12.270,34
2009	32,54	55,66	71,31	61,20	4.267,64	261.193,14	734,44	26.119,31	4.773,85	30.893,17	11.140,39
2010	33,19	55,66	71,31	61,20	4.353,01	266.418,35	734,44	26.641,84	4.773,85	31.415,69	10.115,01
2011	33,85	55,66	71,31	61,20	4.440,09	271.748,17	734,44	27.174,82	4.773,85	31.948,67	9.184,48
2012	34,47	55,66	71,31	61,20	4.520,25	276.854,04	734,44	27.685,40	4.773,85	32.459,26	8.326,35
2013	35,09	55,66	71,31	61,20	4.601,86	281.648,48	734,44	28.164,85	4.773,85	32.938,70	7.548,70
2014	35,72	55,66	71,31	61,20	4.684,93	286.733,11	734,44	28.673,31	4.773,85	33.447,16	6.843,95
2015	36,37	55,66	71,31	61,20	4.769,51	291.909,54	734,44	29.190,95	4.773,85	33.964,81	6.205,24
2016	37,02	55,66	71,31	61,20	4.855,62	297.179,44	734,44	29.717,94	4.773,85	34.491,80	5.626,36
2017	37,63	55,66	71,31	61,20	4.935,51	302.069,38	734,44	30.206,94	4.773,85	34.980,79	5.094,75
2018	38,25	55,66	71,31	61,20	5.016,72	307.039,82	734,44	30.703,98	4.773,85	35.477,84	4.613,52
2019	38,88	55,66	71,31	61,20	5.099,27	312.092,08	734,44	31.209,21	4.773,85	35.983,06	4.177,88
2020	39,52	55,66	71,31	61,20	5.183,18	317.227,52	734,44	31.722,75	4.773,85	36.496,61	3.783,49
2021	40,13	55,66	71,31	61,20	5.263,82	322.162,82	734,44	32.216,28	4.773,85	36.990,13	3.423,79
2022	40,74	55,66	71,31	61,20	5.343,50	327.039,34	734,44	32.703,93	4.773,85	37.477,79	3.097,28
2023	41,36	55,66	71,31	61,20	5.424,38	331.989,79	734,44	33.198,98	4.773,85	37.972,83	2.801,94
2024	41,98	55,66	71,31	61,20	5.506,49	337.015,29	734,44	33.701,53	4.773,85	38.475,38	2.534,84
2025	42,62	55,66	71,31	61,20	5.589,85	342.116,98	734,44	34.211,70	4.773,85	38.985,55	2.293,26
2026	43,27	55,66	71,31	61,20	5.674,47	347.298,02	734,44	34.729,60	4.773,85	39.503,45	2.074,75
2027	43,87	55,66	71,31	61,20	5.753,98	352.162,02	734,44	35.216,20	4.773,85	39.990,05	1.875,28
2028	44,49	55,66	71,31	61,20	5.834,60	357.098,42	734,44	35.709,64	4.773,85	40.483,49	1.695,01
2029	45,11	55,66	71,31	61,20	5.916,36	362.100,18	734,44	36.210,02	4.773,85	40.983,87	1.532,11
2030	45,74	55,66	71,31	61,20	5.999,28	367.174,29	734,44	36.717,43	4.773,85	41.491,28	1.384,89
								879.775,42	147.989,45	1.027.764,87	250.703,21

O tempo de funcionamento máximo diário das elevatórias é de 20 horas. O número de horas anual de funcionamento será obtido através da relação entre a vazão média anual do sistema e a vazão de recalque (Vazão_{máx} do ano de 2030)

ADUTORA CHAVAL - Dimensionamento do diâmetro econômico (Alternativa II: Trecho Chaval DN 250 mm)

TRECHO	EEAT - Chaval
EXTENSÃO (m)	19.790,00
DIÂMETRO (mm)	300/150
MATERIAL	PVC

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	10,77
ANO 2010	26,89
ANO 2020	31,84
ANO 2030	35,87

Trecho 1		Trecho 2	
L(m)	2.910	L(m)	15.880
Q(l/s)	55,66	Q(l/s)	36,87
DN	300	DN	250
DI		DI	252,0

PONTO	DIST. (m)		VAZÃO (l/s) 30 hs			DN (mm)	K (mm)	NR			f			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIEZ 2010	PIEZ 2020	PIEZ 2030	PRES. DISP. (m)			OBS.	
	Parc.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030		
	EEAT	0	0					55,66	299,8	0,02				233.931,00			0,0156			0,79								0,00	0,00		45,000
	2910	2.910			55,66	299,8	0,02				233.931,00			0,0156			0,79				4,79	4,79	20,850			55,10			34,25	>Barra	
10	420	3.330			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				0,79	5,57	19,210			54,31			35,10	>Pass.	
36	520	3.850			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				0,97	6,55	25,310			53,34			28,03		
65	580	4.430			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				1,09	7,63	18,460			52,25			33,79		
131	1320	5.750			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				2,47	10,10	24,970			49,78			24,81		
190	1180	6.930			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				2,21	12,31	21,680			47,57			25,89		
297	2140	9.070			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				4,01	16,32	36,690			43,57			6,88		
352	1100	10.170			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75					2,06	18,38	24,200			41,51			17,31	
381	580	10.750			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				1,09	19,46	6,640			40,42			33,78		
425	880	11.630			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				1,65	21,11	29,120			38,78			9,66		
448	460	12.090			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				0,86	21,97	28,930			37,91			8,98		
524	1520	13.610			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				2,85	24,82	10,270			35,07			24,80		
620	1920	15.530			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				3,59	28,41	17,780			31,47			13,69		
725	2100	17.630			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				3,93	32,34	1,930			27,54			25,61		
833	2160	19.790			36,87	250,0	0,02				185.812,06			0,0163			0,75				4,04	36,39	19,500			21,50			4,00		

000138

CUSTOS DE ENERGIA (VP)

Alternativa II											
ANO	VAZÃO (l/s) - 24hs		Ht(m)	POT. (Kw)	PUMC. (Mwano)	ENERGIA		CUSTO - VALOR CORRENTE(R\$)			VALOR PRESENTE
	Média	Recalque				Cons.(Kw.h)	Demanda (Kw)	Consumo	Demanda	TOTAL	
2000	15,61	55,66	15,63	13,42	2.048,85	27.461,50	161,00	2.748,15	1.046,49	3.792,64	3.792,64
2001	16,89	55,66	15,63	13,42	2.215,17	29.719,77	161,00	2.971,98	1.046,49	4.018,46	3.587,91
2002	23,80	55,66	15,63	13,42	3.095,45	41.529,98	161,00	4.153,00	1.046,49	5.199,48	4.145,00
2003	26,25	55,66	15,63	13,42	3.443,27	46.196,60	161,00	4.619,66	1.046,49	5.666,15	4.033,05
2004	27,99	55,66	15,63	13,42	3.671,05	49.252,57	161,00	4.925,26	1.046,49	5.971,74	3.795,15
2005	29,99	55,66	15,63	13,42	3.933,19	52.769,53	161,00	5.276,95	1.046,49	6.323,44	3.588,09
2006	30,66	55,66	15,63	13,42	4.021,43	53.963,48	161,00	5.395,35	1.046,49	6.441,83	3.263,63
2007	31,28	55,66	15,63	13,42	4.101,88	55.032,78	161,00	5.503,28	1.046,49	6.549,76	2.962,78
2008	31,90	55,66	15,63	13,42	4.183,94	56.133,69	161,00	5.613,37	1.046,49	6.659,85	2.689,80
2009	32,54	55,66	15,63	13,42	4.267,64	57.256,64	161,00	5.725,66	1.046,49	6.772,15	2.442,10
2010	33,19	55,66	15,63	13,42	4.353,01	58.402,07	161,00	5.840,21	1.046,49	6.886,69	2.217,33
2011	33,85	55,66	15,63	13,42	4.440,09	59.570,42	161,00	5.957,04	1.046,49	7.003,53	2.013,35
2012	34,47	55,66	15,63	13,42	4.529,25	60.845,65	161,00	6.084,58	1.046,49	7.111,07	1.825,23
2013	35,09	55,66	15,63	13,42	4.601,86	61.740,69	161,00	6.174,07	1.046,49	7.220,55	1.654,76
2014	35,72	55,66	15,63	13,42	4.684,93	62.855,30	161,00	6.285,53	1.046,49	7.332,02	1.500,28
2015	36,37	55,66	15,63	13,42	4.769,51	63.990,04	161,00	6.399,00	1.046,49	7.445,49	1.360,26
2016	37,02	55,66	15,63	13,42	4.855,62	65.145,26	161,00	6.514,53	1.046,49	7.561,01	1.233,36
2017	37,63	55,66	15,63	13,42	4.935,51	66.217,19	161,00	6.621,72	1.046,49	7.668,20	1.116,83
2018	38,25	55,66	15,63	13,42	5.016,72	67.306,77	161,00	6.730,68	1.046,49	7.777,16	1.011,34
2019	38,88	55,66	15,63	13,42	5.099,27	68.414,29	161,00	6.841,43	1.046,49	7.887,91	915,84
2020	39,52	55,66	15,63	13,42	5.183,16	69.540,04	161,00	6.954,00	1.046,49	8.000,49	829,38
2021	40,13	55,66	15,63	13,42	5.263,82	70.621,91	161,00	7.062,19	1.046,49	8.108,68	750,54
2022	40,74	55,66	15,63	13,42	5.343,50	71.690,90	161,00	7.169,09	1.046,49	8.215,58	678,96
2023	41,36	55,66	15,63	13,42	5.424,38	72.776,10	161,00	7.277,61	1.046,49	8.324,10	614,22
2024	41,98	55,66	15,63	13,42	5.508,49	73.877,75	161,00	7.387,78	1.046,49	8.434,26	556,87
2025	42,62	55,66	15,63	13,42	5.589,85	74.996,10	161,00	7.499,61	1.046,49	8.546,10	502,71
2026	43,27	55,66	15,63	13,42	5.674,47	76.131,41	161,00	7.613,14	1.046,49	8.659,63	454,81
2027	43,87	55,66	15,63	13,42	5.753,96	77.198,09	161,00	7.719,81	1.046,49	8.766,29	411,08
2028	44,49	55,66	15,63	13,42	5.834,80	78.279,77	161,00	7.827,96	1.046,49	8.874,46	371,57
2029	45,11	55,66	15,63	13,42	5.916,36	79.376,66	161,00	7.937,67	1.046,49	8.984,15	335,86
2030	45,74	55,66	15,63	13,42	5.999,26	80.488,96	161,00	8.048,90	1.046,49	9.095,38	303,58
								192.857,21	32.441,04	225.298,26	54.957,12

O tempo de funcionamento máximo diário das elevatórias é de 20 horas. O número de horas anual de funcionamento será obtido através da relação entre a vazão média anual do sistema e a vazão de recalque (Vazão_{máx. de} ano de 2030) x 20 horas x 365 dias

000139

ADUTORA CHAVAI - Dimensionamento do diâmetro econômico (Alternativa I: Trecho Chaval DN 200 mm)

TRECHO	EEAT - Chaval
EXTENSÃO (m)	10.780,00
DIÂMETRO (mm)	300/150
MATERIAL	PVC

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	10,77
ANO 2010	29,89
ANO 2020	31,64
ANO 2030	36,87

Trecho 1		Trecho 2	
L(m)	2.910	L(m)	16.880
Q(l/s)	55,66	Q(l/s)	36,87
DN	300	DN	200
DI	299,8	DI	204,2

PONTO	DIST. (m)		VAZÃO (l/s) 20 hs			DN (mm)	K (mm)	NR			F			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIEZ. 2010	PIEZ. 2020	PIEZ. 2030	PRES. DISP. (m)			OBS.
	Parc.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030	
BEAT	0	0			55,66	299,8	0,015			233.931,00			0,0156			0,79					0,00	0,00	45,000			112,91			67,91	
	2910	2.910			55,66	299,8	0,015			233.931,00			0,0156			0,79					4,79	4,79	20,850			109,12			87,27	>Barrq
10	420	3.330			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					2,11	6,89	19,210			106,02			86,81	>Pass.
36	520	3.850			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					2,61	9,50	25,310			103,41			78,10	
65	580	4.430			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					2,91	12,41	18,460			100,50			82,04	
131	1320	5.750			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					6,62	19,03	24,970			93,88			68,91	
190	1180	6.930			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					5,92	24,94	21,680			87,97			66,29	
297	2140	9.070			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					10,73	35,67	36,690			77,24			40,55	
352	1100	10.170			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					5,51	41,18	24,200			71,73			47,53	
381	580	10.750			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					2,91	44,09	6,640			68,82			62,18	
425	880	11.630			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					4,41	48,50	29,120			64,41			35,29	
448	460	12.090			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					2,31	50,81	28,930			62,10			33,17	
524	1520	13.610			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					7,62	58,43	10,270			54,48			11,71	
620	1920	15.530			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					9,63	68,06	17,780			44,85			27,07	
725	2100	17.630			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					10,53	78,59	1,930			34,33			32,40	
833	2160	19.790			36,87	204,2	0,015			227.487,83			0,0158			1,13					10,83	89,41	19,500			23,50			4,00	RAP

000140

CUSTOS DE ENERGIA (VP)

Alternativa II											
ANO	VAZÃO (m³) - 24hs.		Ht(m)	POT. (Kw)	FUNC. (h/ano)	ENERGIA		CUSTO - VALOR CORRENTE(R\$)			VALOR PRESENTE
	Média	Recalque				Cons.(Kw.h)	Demanda (Kw)	Consumo	Demanda	TOTAL	
2000	15,61	55,66	15,63	13,42	2.046,85	27.481,50	161,00	2.746,15	1.046,49	3.792,64	3.792,64
2001	16,89	55,66	15,63	13,42	2.215,17	29.719,77	161,00	2.971,98	1.046,49	4.018,46	3.587,91
2002	23,60	55,66	15,63	13,42	3.095,45	41.529,96	161,00	4.153,00	1.046,49	5.199,48	4.145,00
2003	26,25	55,66	15,63	13,42	3.443,27	46.196,60	161,00	4.619,66	1.046,49	5.666,15	4.033,05
2004	27,99	55,66	15,63	13,42	3.671,05	49.252,57	161,00	4.925,26	1.046,49	5.971,74	3.795,15
2005	29,99	55,66	15,63	13,42	3.933,19	52.769,53	161,00	5.276,95	1.046,49	6.323,44	3.588,09
2006	30,66	55,66	15,63	13,42	4.021,43	53.953,48	161,00	5.395,35	1.046,49	6.441,83	3.263,63
2007	31,28	55,66	15,63	13,42	4.101,88	55.032,78	161,00	5.503,28	1.046,49	6.549,76	2.962,78
2008	31,90	55,66	15,63	13,42	4.183,94	56.133,69	161,00	5.613,37	1.046,49	6.659,85	2.689,80
2009	32,54	55,66	15,63	13,42	4.267,64	57.256,64	161,00	5.725,66	1.046,49	6.772,15	2.442,10
2010	33,19	55,66	15,63	13,42	4.353,01	58.402,07	161,00	5.840,21	1.046,49	6.886,69	2.217,33
2011	33,85	55,66	15,63	13,42	4.440,09	59.570,42	161,00	5.957,04	1.046,49	7.003,53	2.013,35
2012	34,47	55,66	15,63	13,42	4.520,25	60.645,65	161,00	6.064,58	1.046,49	7.111,07	1.825,23
2013	35,09	55,66	15,63	13,42	4.601,86	61.740,69	161,00	6.174,07	1.046,49	7.220,55	1.654,76
2014	35,72	55,66	15,63	13,42	4.684,93	62.855,30	161,00	6.285,53	1.046,49	7.332,02	1.500,28
2015	36,37	55,66	15,63	13,42	4.769,51	63.990,04	161,00	6.399,00	1.046,49	7.445,49	1.360,26
2016	37,02	55,66	15,63	13,42	4.855,62	65.145,26	161,00	6.514,53	1.046,49	7.561,01	1.233,36
2017	37,63	55,66	15,63	13,42	4.935,51	66.217,19	161,00	6.621,72	1.046,49	7.668,20	1.116,83
2018	38,25	55,66	15,63	13,42	5.016,72	67.306,77	161,00	6.730,68	1.046,49	7.777,16	1.011,34
2019	38,88	55,66	15,63	13,42	5.099,27	68.414,29	161,00	6.841,43	1.046,49	7.887,91	915,84
2020	39,52	55,66	15,63	13,42	5.183,18	69.540,04	161,00	6.954,00	1.046,49	8.000,49	829,38
2021	40,13	55,66	15,63	13,42	5.263,92	70.621,91	161,00	7.062,19	1.046,49	8.108,68	750,54
2022	40,74	55,66	15,63	13,42	5.343,50	71.690,90	161,00	7.169,09	1.046,49	8.215,58	678,96
2023	41,36	55,66	15,63	13,42	5.424,38	72.776,10	161,00	7.277,61	1.046,49	8.324,10	614,22
2024	41,98	55,66	15,63	13,42	5.506,49	73.877,75	161,00	7.387,76	1.046,49	8.434,26	556,67
2025	42,62	55,66	15,63	13,42	5.589,85	74.996,10	161,00	7.499,61	1.046,49	8.546,10	502,71
2026	43,27	55,66	15,63	13,42	5.674,47	76.131,41	161,00	7.613,14	1.046,49	8.659,63	454,81
2027	43,87	55,66	15,63	13,42	5.753,98	77.198,09	161,00	7.719,61	1.046,49	8.766,29	411,08
2028	44,49	55,66	15,63	13,42	5.834,60	78.279,77	161,00	7.827,96	1.046,49	8.874,46	371,57
2029	45,11	55,66	15,63	13,42	5.916,36	79.376,66	161,00	7.937,67	1.046,49	8.984,15	335,86
2030	45,74	55,66	15,63	13,42	5.999,26	80.488,96	161,00	8.048,90	1.046,49	9.095,38	303,58
								192.857,21	32.441,04	225.298,26	54.957,12

O tempo de funcionamento máximo diário das elevatórias é de 20 horas. O número de horas anual de funcionamento será obtido através da relação entre a vazão média anual do sistema e a vazão de recalque ($Vazão_{máx. dia} \cdot ano \text{ de } 2030$) x 20 horas x 365 dias

ANEXO 02 – Dimensionamento das Elevatórias

DIMENSIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS DO SISTEMA	
Elevatória	EEAB
Localização	Flut. Aç. Itaúna
Ponto de descarga de montante	ETA
Número de Bombas	2,00
	1,00
Em operação	1,00
Reserva	
Vazão Unitária (l/s)	55,66
Níveis Altimétricos (m)	
NA _{máx.} na sucção	32,00
NA _{min.} na sucção	21,00
NA _{médio.} na sucção	
N _{entrada.} na ETA (câmara de carga)	52,00
Desnível Geométrico (m)	31,00
Diâmetro da Tubulação (mm)	
Sucção	300
Recalque	250
Barrilete	250
Perdas de Carga (m)	
Distribuídas ao longo da adutora	0,28
Localizadas	1,85
Altura Manométrica (m)	
Total	33,13
Adotada	33,00
Bomba de Referência	
Fabricante	WORTHINGTON
Modelo	4 DBE 113
Rotação (rpm)	1.770
Eficiência (%)	75,00
Motor	
Potência (CV)	40,00
Rotação (rpm)	1.770

000144

EEAB : CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA COM 01 BOMBAS EM OPERAÇÃO

ADUTORA			
L ₁ (m)	120	L ₂ (m)	
D ₁ (mm)	279	D ₂ (mm)	
Q ₁ (l/s)	55,86	Q ₂ (l/s)	
Hg (m)	31,00		
Material	PEAD		
k (mm)	0,015		

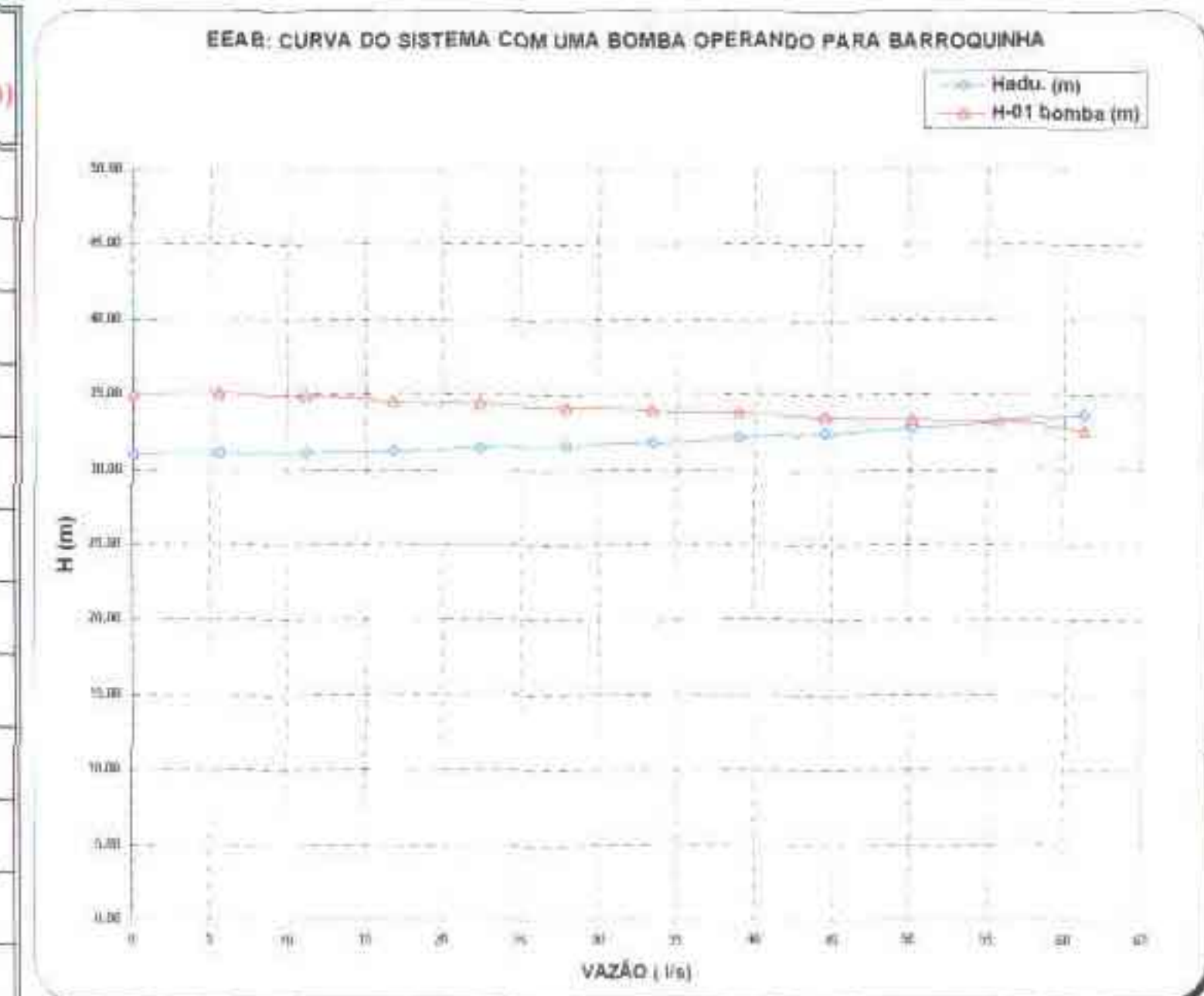
Conexão	Coef. K	QUANTIDADE		
		Sucção	Recalq.	Barril.
Val. pé	2,75	1,00	-	-
Redução	0,10	1,00	1,00	-
Reg. Gaveta	0,20	2,00	-	1,00
Val. Retenção	2,50	-	1,00	-
Val. Borboleta	5,00	-	1,00	-
Curva 90	0,40	2,00	3,00	-
Te saída lateral	2,00	2,00	-	1,00
Val. Cont. bomba	10,00	-	-	1,00

DIÂMETROS NA EE (mm)		
Sucção	Recalqte	Barrilete
300	250	250

**ESTAÇÃO
ELEVATÓRIA
EEAB**

BOMBA DE REFERÊNCIA	
FABRICANTE	WORTHINGTON
MODELO	4DBE 113
ROTAÇÃO	1.770
Q (l/s)	55,86
H (m)	32,00
EFIC. (%)	75,0
ROTOR (pol.)	

VAZÃO (l/s)		VAZÃO ADT. (m ³ /h)	NR		f		VELOCIDADE (m/s)					PERDA CARGA (m)		Hadu. (m)	H-01 bomba (m)
PEAD	Bomba		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	Sucção	Recal.	Barr.	Trecho1	Trecho2	Loc.	Linear		
0,00	0,00		0,00		0,0000		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	31,00	35,00
3,57	5,57		25.119,27		0,0245		0,08	0,11	0,11	0,09		0,02	0,00	31,02	35,00
11,13	11,13		50.238,54		0,0210		0,16	0,23	0,23	0,18		0,08	0,02	31,09	34,90
16,70	16,70		75.357,80		0,0192		0,24	0,34	0,34	0,27		0,17	0,03	31,20	34,50
22,26	22,26		100.477,07		0,0182		0,32	0,45	0,45	0,36		0,30	0,04	31,36	34,30
27,83	27,83		125.596,34		0,0174		0,39	0,57	0,57	0,45		0,47	0,08	31,55	34,10
33,40	33,40		150.715,61		0,0168		0,47	0,68	0,68	0,55		0,68	0,11	31,79	33,90
38,96	38,96		175.834,87		0,0164		0,55	0,79	0,79	0,64		0,93	0,15	32,07	33,70
44,53	44,53		200.954,14		0,0160		0,63	0,91	0,91	0,73		1,21	0,19	32,40	33,50
50,09	50,09		226.073,41		0,0157		0,71	1,02	1,02	0,82		1,54	0,23	32,77	33,30
55,66	55,66		251.192,68		0,0154		0,79	1,13	1,13	0,91		1,90	0,28	33,18	33,20
61,23	61,23		276.311,95		0,0152		0,87	1,25	1,25	1,00		2,30	0,33	33,63	32,50



000145

DIMENSIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS DO SISTEMA	
Elevatória	EEAT
Localização	
Ponto de descarga de montante	Chaval/Barr.
Número de Bombas	4,00
Em operação	3,00
Reserva	1,00
Vazão Unitária (l/s)	0,00
Níveis Altimétricos (m)	
NA _{máx.} na sucção	48,30
NA _{mín.} na sucção	45,10
NA _{médio.} na sucção	46,70
Piez. na EE de montante (reserv. sucção)	23,50
Desnível Geométrico (m)	-21,60
Diâmetro da Tubulação (mm)	
Sucção	300
Recalque	150
Barrilete	250
Perdas de Carga (m)	
Distribuídas ao longo da adutora	89,41
Localizadas	3,27
Altura Manométrica (m)	
Total	71,08
Adotada	71,00
Bomba de Referência	
Fabricante	WORTHINGTON
Modelo	2 DBE 81
Rotação (rpm)	3.550
Eficiência (%)	A Projear
Motor	
Potência (CV)	30,00
Rotação (rpm)	3.550

000146

EAT : CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA COM DUAS BOMBA EM OPERAÇÃO - (Q Chaval)

ADUTORA			
L ₁ (m)	2.910	L ₂ (m)	16.980
D ₁ (mm)	300	D ₂ (mm)	204,2
Q(l/s)	36,87		
Hg (m)	-21,50		
Material	PVC		
k (mm)	0,015		

Conexão	Coef. K	QUANTIDADE		
		Sucção	Recalq.	Barril.
Vál. pé	2,75	1,00	-	-
Redução	0,10	1,00	1,00	-
Reg. Gaveta	0,20	2,00	-	1,00
Vál. Retenção	2,50	-	1,00	-
Vál. Borboleta	5,00	-	1,00	-
Curva 90	0,40	2,00	3,00	-
Te saída lateral	2,00	2,00	-	1,00
Vál. Cont. bomba	10,00	-	-	1,00

DIÂMETROS NA EE (mm)		
Sucção	Recalqle	Barrilete
300	150	250

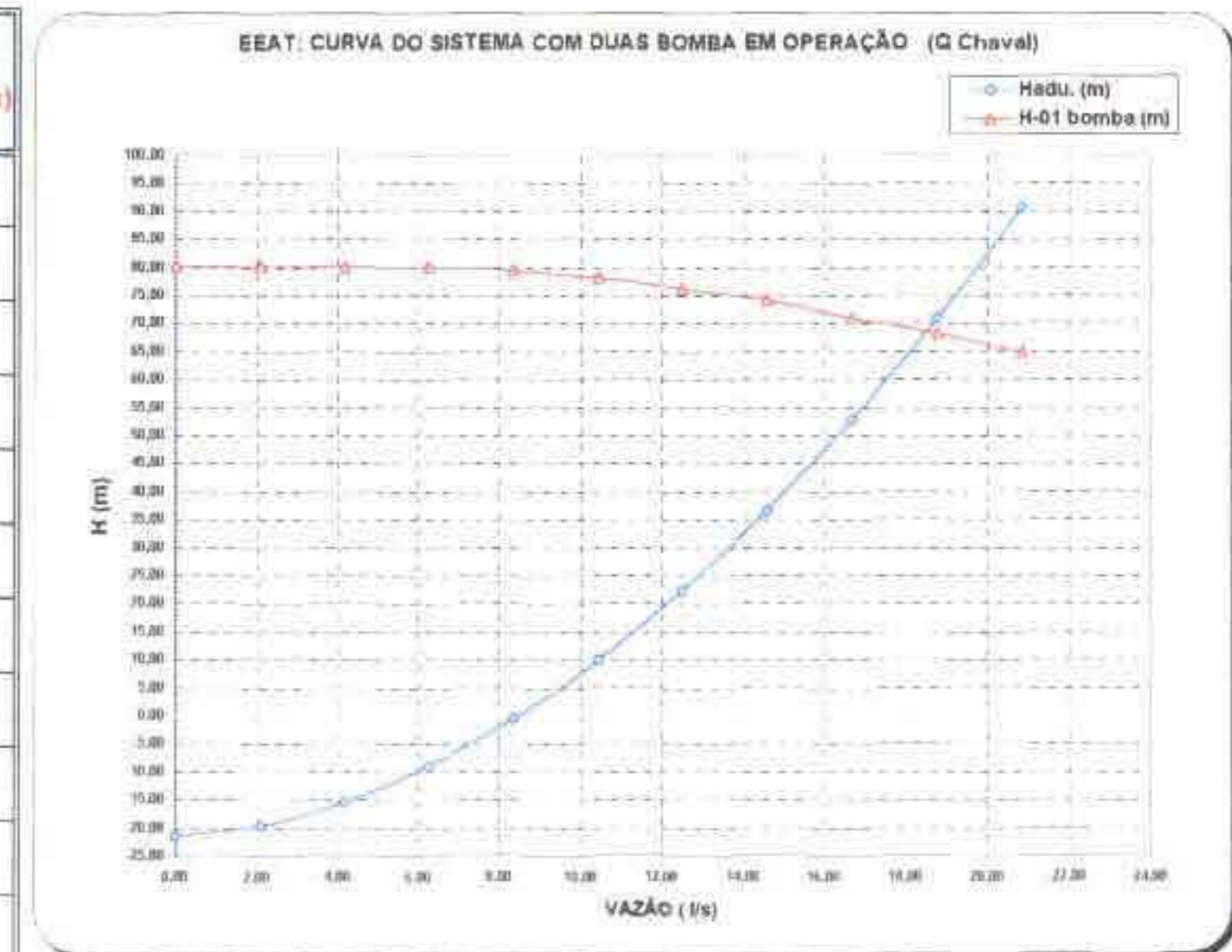
BOMBA DE REFERÊNCIA	
FABRICANTE	WORTHINGTON
MODELO	2DBE 81
ROTAÇÃO	3.530
Q (l/s)	18,55
H (m)	68,00
EFIC. (%)	70,0
ROTOR (pol.)	A Projear

ESTAÇÃO
ELEVATÓRIA
EAT

Condição 1

Bombeamento apenas para Chaval

VAZÃO (l/s)		VAZÃO ADT. (m³/h)	NR		f		VELOCIDADE (m/s)					PERDA CARGA (m)		Hadu. (m)	H-01 bomba (m)
2 Bomba	1 Bomba		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	Sucção	Recal.	Barr.	Trecho1	Trecho2	Loc.	Linear		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,50	80,20
4,17	2,08	15,00	17.512,02	25.710,60	0,0268	0,0245	0,06	0,24	0,68	0,06	0,13	0,03	1,72	-19,25	80,10
8,33	4,17	30,00	35.024,05	51.421,20	0,0227	0,0209	0,12	0,47	0,17	0,12	0,25	0,13	5,87	-15,50	80,00
12,50	6,25	45,00	52.536,07	77.131,80	0,0207	0,0192	0,18	0,71	0,25	0,18	0,38	0,29	12,15	-9,06	79,90
16,67	8,33	60,00	70.048,09	102.842,40	0,0195	0,0182	0,24	0,94	0,34	0,24	0,51	0,52	20,42	-6,57	79,30
20,83	10,42	75,00	87.560,11	128.553,00	0,0186	0,0175	0,29	1,18	0,42	0,30	0,64	0,81	30,60	9,91	78,00
25,00	12,50	90,00	105.072,14	154.263,60	0,0180	0,0169	0,35	1,42	0,51	0,35	0,76	1,16	42,65	22,32	76,20
29,17	14,58	105,00	122.584,16	179.974,20	0,0175	0,0165	0,41	1,65	0,59	0,41	0,89	1,59	56,53	36,61	74,00
33,33	16,67	120,00	140.096,18	205.684,80	0,0170	0,0161	0,47	1,89	0,68	0,47	1,02	2,07	72,20	52,77	70,90
37,50	18,75	135,00	157.608,21	231.395,40	0,0167	0,0158	0,53	2,12	0,76	0,53	1,15	2,62	89,65	70,77	68,20
41,67	20,83	150,00	175.120,23	257.106,00	0,0164	0,0155	0,59	2,36	0,85	0,59	1,27	3,24	108,85	90,58	64,80



000147

EEAT : CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA COM UMA BOMBA EM OPERAÇÃO (Q Barroquinha)

ADUTORA			
L ₁ (m)	2.910	L ₂ (m)	13.640
D ₁ (mm)	300	D ₂ (mm)	150,0
Q(l/s)	18,79		
Hg (m)	-10,97		
Material	PVC		
k (mm)	0,015		

Conexão	Coef. K	QUANTIDADE		
		Sucção	Recalq.	Barril.
Val. pé	2,75	1,00	-	-
Redução	0,10	1,00	1,00	-
Reg. Gaveta	0,20	2,00	-	1,00
Val. Retenção	2,50	-	1,00	-
Val. Borboleta	5,00	-	1,00	-
Curva 90	0,40	2,00	3,00	-
Te saída lateral	2,00	2,00	-	1,00
Val. Cont. bomba	10,00	-	-	1,00

DIÂMETROS NA EE (mm)		
Sucção:	Recalqle	Barrilete
300	150	150

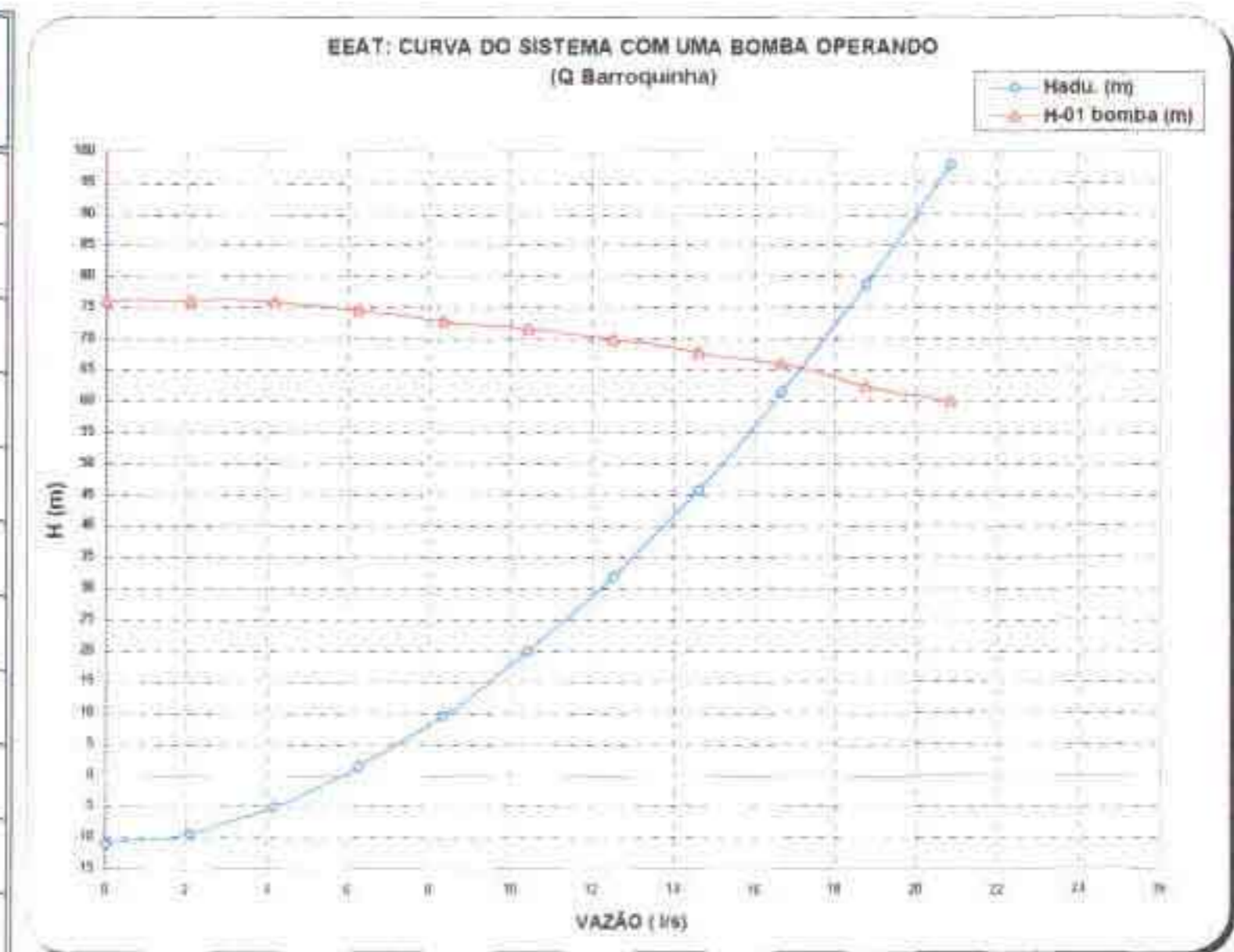
BOMBA DE REFERÊNCIA	
FABRICANTE	WORTHINGTON
MODELO	2DBE 81
ROTAÇÃO	3.530
Q (l/s)	18,55
H (m)	62,00
EFIC. (%)	70,0
ROTOR (pol.)	A Projear

**ESTAÇÃO
ELEVATÓRIA
EEAT**

Condição 2

Bombeamento para Barroquinha

VAZÃO (l/s)	VAZÃO m ³ /h	NR		f		VELOCIDADE (m/s)					PERDA CARGA (m)		Hadu. (m)	H-01 bomba (m)	
		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	Sucção	Recal.	Barr.	Trecho1	Trecho2	Loc.	Linear			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-10,97	76,00
2,08	7,50	8.756,01	17.500,35	0,0322	0,0269	0,03	0,12	0,04	0,03	0,12	0,01	1,74	-9,23	76,20	
4,17	15,00	17.512,02	35.000,70	0,0268	0,0229	0,06	0,24	0,08	0,06	0,24	0,03	5,90	-5,03	75,80	
6,25	22,50	26.268,03	52.501,04	0,0243	0,0209	0,09	0,35	0,13	0,09	0,35	0,07	12,16	1,27	74,50	
8,33	30,00	35.024,03	70.001,39	0,0227	0,0198	0,12	0,47	0,17	0,12	0,47	0,13	20,39	9,55	72,80	
10,42	37,50	43.780,06	87.501,74	0,0216	0,0189	0,15	0,59	0,21	0,15	0,59	0,20	30,50	19,74	71,50	
12,50	45,00	52.536,07	105.002,09	0,0207	0,0183	0,18	0,71	0,25	0,18	0,71	0,29	42,45	31,77	70,00	
14,58	52,50	61.292,08	122.502,44	0,0201	0,0178	0,21	0,83	0,30	0,21	0,83	0,40	56,19	45,62	67,80	
16,67	60,00	70.048,09	140.002,79	0,0195	0,0174	0,24	0,94	0,34	0,24	0,94	0,52	71,70	61,25	66,00	
18,75	67,50	78.804,10	157.503,13	0,0190	0,0170	0,27	1,06	0,38	0,27	1,06	0,66	88,95	78,64	62,40	
20,83	75,00	87.560,11	175.003,48	0,0186	0,0167	0,29	1,18	0,42	0,30	1,18	0,81	107,92	97,76	59,80	



000148

EEAT : CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA COM TRÊS BOMBAS EM OPERAÇÃO - (Q Chaval + Barroquinha)

ADUTORA			
L ₁ (m)	2.910	L ₂ (m)	18.880
D ₁ (mm)	300	D ₂ (mm)	204,2
Q ₁ (l/s)	55,86	Q ₂ (l/s)	36,87
Hg (m)	-21,50		
Material	PVC		
k (mm)	0,015		

Conexão	Coef. K	QUANTIDADE		
		Sucção	Recalq.	Barril.
Val. pe	2,75	1,00	-	-
Redução	0,10	1,00	1,00	-
Reg. Gaveta	0,20	2,00	-	1,00
Val. Retenção	2,50	-	1,00	-
Val. Borboleta	5,00	-	1,00	-
Curva 90	0,40	2,00	3,00	-
Te saída lateral	2,00	2,00	-	1,00
Val. Cont. bomba	10,00	-	-	1,00

DIÂMETROS NA EE (mm)		
Sucção	Recalque	Barrilete
300	150	250

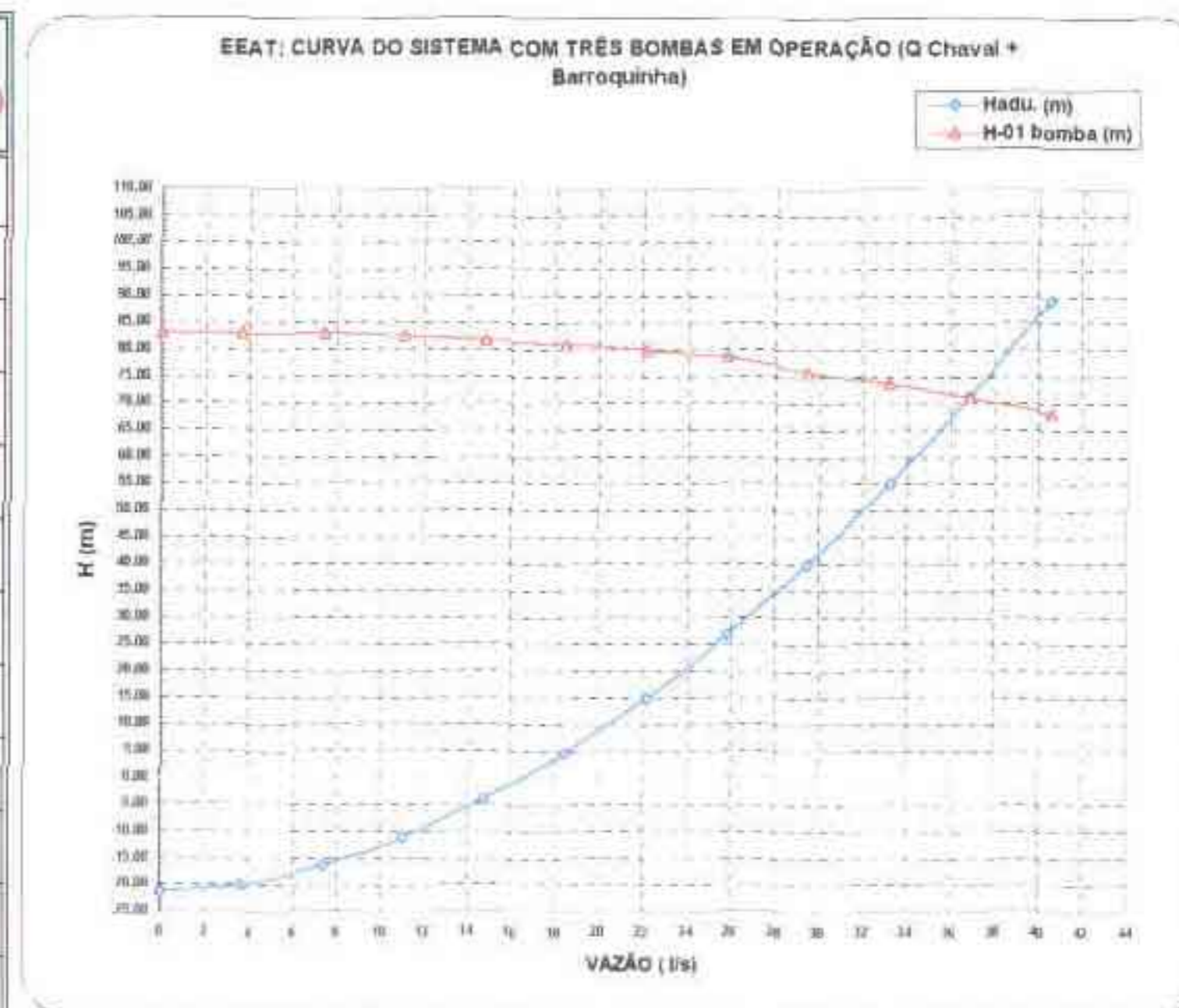
BOMBA DE REFERÊNCIA	
FABRICANTE	WORTHINGTON
MODELO	2DBE 81
ROTAÇÃO	3.550
Q (l/s)	18,55
H (m)	71,00
EFIC. (%)	70,0
ROTOR (pol.)	7,70

**ESTAÇÃO
ELEVATÓRIA
EEAT**

Condição 3

Bombeamento para Chaval e Barroquinha

VAZÃO (l/s)		VAZÃO ADT. (m ³ /h)	NR		f		VELOCIDADE (m/s)					PERDA CARGA (m)		Hadu. (m)	H-01 bombas (m)
L ₁	L ₂		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	Sucção	Recal.	Barr.	Trecho1	Trecho2	Loc.	Linear		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,50	83,00
5,57	3,69	15,00	23.393,10	22.748,78	0,0250	0,0252	0,08	0,21	0,11	0,08	0,11	0,03	1,42	-20,05	83,00
11,13	7,37	30,00	46.786,20	45.497,57	0,0213	0,0215	0,16	0,42	0,23	0,16	0,23	0,13	4,86	-16,52	83,00
16,70	11,06	45,00	70.179,30	68.246,35	0,0195	0,0197	0,24	0,63	0,34	0,24	0,34	0,29	10,03	-11,18	82,50
22,26	14,75	60,00	93.572,40	90.995,13	0,0184	0,0186	0,32	0,83	0,45	0,32	0,45	0,52	16,84	-4,14	81,50
27,83	18,43	75,00	116.965,50	113.743,92	0,0176	0,0179	0,39	1,04	0,57	0,39	0,56	0,82	25,22	4,53	81,00
33,40	22,12	90,00	140.358,60	136.492,70	0,0170	0,0173	0,47	1,25	0,68	0,47	0,68	1,18	35,12	14,79	79,80
38,96	25,81	105,00	163.751,70	159.241,48	0,0165	0,0168	0,55	1,46	0,79	0,55	0,79	1,60	46,51	26,61	78,50
44,53	29,49	120,00	187.144,80	181.990,26	0,0162	0,0164	0,63	1,67	0,91	0,63	0,90	2,10	59,37	39,96	75,70
50,09	33,18	135,00	210.537,90	204.739,05	0,0158	0,0161	0,71	1,88	1,02	0,71	1,01	2,65	73,68	54,83	73,50
55,66	36,87	150,00	233.931,00	227.487,83	0,0156	0,0158	0,79	2,09	1,13	0,79	1,13	3,27	89,41	71,18	71,00
61,23	40,55	165,00	257.324,10	250.236,61	0,0153	0,0156	0,87	2,30	1,25	0,87	1,24	3,96	106,56	89,02	68,00



000149

QUADRO - EEAT : CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA COM TRÊS BOMBA EM OPERAÇÃO - VAZÃO REFERENTE AO ANO DE 2030 (TRECHO BARROQUINHA)

ADUTORA			
L ₁ (m)	2.910	L ₂ (m)	13.540
D ₁ (mm)	300	D ₂ (mm)	150,0
Q ₁ (l/s)	55,66	Q ₂ (l/s)	18,79
Hg (m)	-10,97		
Material	PVC		
k (mm)	0,015		

Conexão	Coef. K	QUANTIDADE		
		Sucção	Recalq.	Barril.
Val. pe	2,75	1,00	-	-
Redução	0,10	1,00	1,00	-
Reg. Gaveta	0,20	2,00	-	1,00
Val. Retenção	2,50	-	1,00	-
Val. Borboleta	5,00	-	1,00	-
Curva 90	0,40	2,00	3,00	-
Te saída lateral	2,00	2,00	-	1,00
Val. Cont. bomba	10,00	-	-	1,00

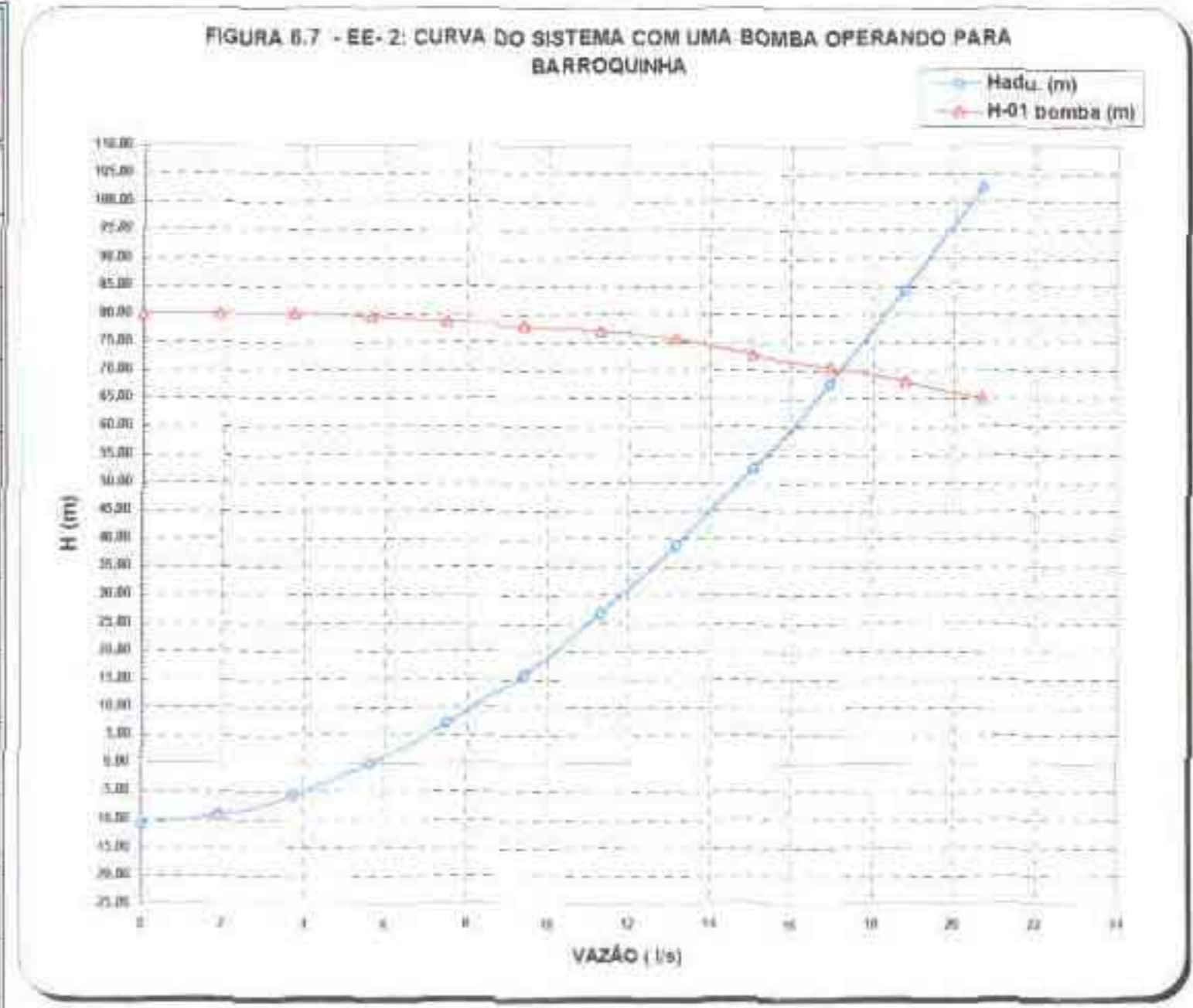
DIÂMETROS NA EE (mm)		
Sucção	Recalq	Barrilete
300	150	250

BOMBA DE REFERÊNCIA	
FABRICANTE	WORTHINGTON
MODELO	2DBE 81
ROTAÇÃO	3.550
Q (l/s)	18,79
H (m)	68,00
EFIC. (%)	70,0
ROTOR (pol.)	7,70

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EEAT

Condição 4 Bombeamento para Barroquinha e Chaval

VAZÃO (l/s)		VAZÃO ADT. (m³/h)	NR		f		VELOCIDADE (m/s)					PERDA CARGA (m)		H _{adq.} (m)	H-01 bomba (m)
L ₁	L ₂		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	Sucção	Recal.	Barr.	Trecho1	Trecho2	Loc.	Linear		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-10,97	80,00
5,57	1,88	15,00	23.393,10	15.786,33	0,0250	0,0276	0,08	0,11	0,11	0,08	0,11	0,02	1,52	-9,43	80,00
11,13	3,76	30,00	46.786,20	31.572,67	0,0213	0,0234	0,16	0,21	0,23	0,16	0,21	0,07	5,14	-5,76	80,00
16,70	5,64	45,00	70.179,30	47.359,00	0,0195	0,0214	0,24	0,32	0,34	0,24	0,32	0,16	10,57	-0,23	79,50
22,26	7,52	60,00	93.572,40	63.145,33	0,0184	0,0202	0,32	0,43	0,45	0,32	0,43	0,29	17,71	7,04	78,50
27,83	9,40	75,00	116.965,50	78.931,66	0,0176	0,0193	0,39	0,53	0,57	0,39	0,53	0,46	26,48	15,97	78,00
33,40	11,28	90,00	140.358,60	94.718,00	0,0170	0,0186	0,47	0,64	0,68	0,47	0,64	0,66	36,83	26,52	76,80
38,96	13,16	105,00	163.751,70	110.504,33	0,0165	0,0181	0,55	0,74	0,79	0,55	0,74	0,90	48,72	38,65	75,50
44,53	15,03	120,00	187.144,80	126.290,66	0,0162	0,0177	0,63	0,85	0,91	0,63	0,85	1,17	62,14	52,34	72,70
50,09	16,91	135,00	210.537,90	142.076,99	0,0158	0,0173	0,71	0,96	1,02	0,71	0,96	1,48	77,05	67,56	70,50
55,66	18,79	150,00	233.931,00	157.863,33	0,0156	0,0170	0,79	1,06	1,13	0,79	1,06	1,83	93,44	84,30	68,00
61,23	20,67	165,00	257.324,10	173.649,66	0,0153	0,0168	0,87	1,17	1,25	0,87	1,17	2,21	111,30	102,55	65,00



000130

DADOS GERAIS DAS ELEVATÓRIAS

ELEVATÓRIA	NÚM. DE BOMBAS	VAZÃO (l/s)	AMT. (m)	POT. (CV)	BOMBAS DE REFERÊNCIA				
					Fabricante	Modelo	Rend. (%)	Rotação	Rotor
EEAB	1 + 1R	55,66	32,00	40,00	WORTHINGTON	4 DBE - 113	75,00	1.770	A Projetar
FEAT	3 + 1R	18,55	71,00	30,00	WORTHINGTON	2 DBE - 81	70,00	3.530	A Projetar
EE-lavagem	1 + 1R	18,52	20,00	10,00	WORTHINGTON	3 DBE - 81	75,00	1.750	A Projetar

606151

ANEXO 03 – Dimensionamento das Adutoras

ADUTORIA CHAVAL - Dimensionamento para a Q=36,87 l/s (Trecho 1) e Q=36,87l/s (Trecho 2)

TRECHO	EEAT - Chaval
EXTENSÃO (m)	19.790,00
DIÂMETRO (mm)	300/150
MATERIAL	PVC

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	10,77
ANO 2010	26,89
ANO 2020	31,84
ANO 2030	36,87

Funcionamento 1	Bombamento apenas para Chaval
-----------------	-------------------------------

Trecho 1		Trecho 2	
L(m)	2910	L(m)	16.880
Q(l/s)	36,87	Q(l/s)	36,87
DN	300	DN	200
DI	299,6	DI	204,2

PONTO	DIST. (m)		VAZÃO (l/s) 20 de			DN (mm)	k (mm)	NR			f			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIEZ. 2010	PIEZ. 2020	PIEZ. 2030	PRES. DISP. (m)			OBS.
	Para.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030	
	EEAT	0	0	26,89	31,84			36,87	299,8	0,015	113.004,87	133.826,76	154.946,68	0,0177	0,0172	0,0167	0,38	0,45	0,52	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	
	2910	2.910	26,89	31,84	36,87	299,8	0,015	113.004,87	133.826,76	154.946,68	0,0177	0,0172	0,0167	0,38	0,45	0,52	1,27	1,27	1,73	1,73	2,26	2,26	20,850	70,94	88,16	108,12	50,09	67,31	87,27	>Barra
10	420	3.330	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,18	2,45	1,61	3,34	2,11	4,36	19,210	69,76	86,55	106,02	50,55	67,34	86,81	>Pass.
36	520	3.850	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,46	3,92	1,99	5,33	2,61	6,97	25,310	68,29	84,56	103,41	42,98	59,25	78,10	
65	580	4.430	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,63	5,55	2,22	7,55	2,91	9,88	18,460	66,66	82,34	100,30	48,20	63,88	82,04	
131	1320	5.750	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,71	9,26	5,06	12,61	6,62	16,50	24,970	62,95	77,28	93,88	37,98	52,31	68,91	
190	1180	6.930	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,32	12,57	4,52	17,13	5,92	22,41	21,680	59,64	72,76	87,97	37,96	51,08	66,29	
297	2140	9.070	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	6,01	18,59	8,20	25,33	10,73	33,14	36,690	53,62	64,56	77,24	16,93	27,87	40,55	
352	1100	10.170	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,09	21,68	4,21	29,54	5,51	38,65	24,200	50,53	60,35	71,73	26,33	36,15	47,53	
381	580	10.750	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,63	23,31	2,22	31,76	2,91	41,56	6,640	48,90	58,13	68,82	42,26	51,49	62,18	
425	880	11.630	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	2,47	25,78	3,37	35,13	4,41	45,97	29,120	46,43	54,76	64,41	17,31	25,64	35,29	
448	460	12.090	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,29	27,07	1,76	36,89	2,31	48,28	28,930	45,14	53,00	62,10	16,21	24,07	33,17	
524	1520	13.610	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	4,27	31,35	5,82	42,71	7,62	55,90	10,270	40,86	47,18	54,48	30,59	36,91	44,21	
620	1920	15.530	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	5,40	36,74	7,35	50,07	9,63	65,53	17,780	35,47	39,82	44,85	17,69	22,04	27,07	
725	2100	17.630	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	5,90	42,64	8,04	58,11	10,53	76,05	1,930	29,57	31,78	34,33	27,64	29,85	32,40	
833	2160	19.790	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	6,07	48,71	8,27	66,39	10,83	86,88	19,500	23,30	23,30	23,30	4,00	4,00	4,00	RAP

000133

ADUTORA CHAVAL - Dimensionamento Para a Q=55,86 l/s (Trecho 1) e Q=36,87l/s (Trecho 2)

TRECHO	EEAT - Chaval
EXTENSÃO (m)	19.790,00
DIÂMETRO (mm)	300/150
MATERIAL	PVC

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	10,77
ANO 2010	26,89
ANO 2020	31,84
ANO 2030	36,87

Funcionamento 2	Bombagem para Chaval e Barroquinha
-----------------	------------------------------------

Trecho 1		Trecho 2	
L(m)	2.910	L(m)	16.880
Q(l/s)	55,66	Q(l/s)	36,87
DN	300	DN	200
DI	299,8	DI	204,2

PONTO	DHT. (m)		VAZÃO (l/s) 20 hs			DN (mm)	k (mm)	NR			f			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIEZ. 2010	PIEZ. 2020	PIEZ. 2030	PRES. DISP. (m)			OBS.
	Para.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030	
EEAT	0	0	40,62	48,16	55,66	299,8	0,015	170.741,21	202.417,07	233.931,00	0,0164	0,0159	0,0156	0,58	0,68	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,000	73,63	91,83	112,91	28,63	46,83	67,91	
	2910	2.910	40,62	48,16	55,66	299,8	0,015	170.741,21	202.417,07	233.931,00	0,0164	0,0159	0,0156	0,58	0,68	0,79	2,69	2,69	3,67	3,67	4,79	4,79	20,850	70,94	88,16	108,12	50,09	67,31	87,27	>Barra
10	420	3.330	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,18	3,87	1,61	5,28	2,11	6,89	19,210	69,76	86,55	106,02	50,55	67,34	86,81	>Pass.
36	520	3.850	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,46	5,34	1,99	7,28	2,61	9,50	25,310	68,29	84,55	103,41	42,98	59,24	78,10	
65	580	4.430	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,63	6,97	2,22	9,50	2,91	12,41	18.460	66,66	82,33	100,50	48,20	63,87	82,04	
131	1320	5.750	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,71	10,68	5,06	14,55	6,62	19,03	24.970	62,85	77,28	93,88	37,98	52,31	68,91	
190	1180	6.930	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,32	13,99	4,52	19,07	5,92	24,94	21.680	59,64	72,76	87,97	37,96	51,08	66,29	
297	2140	9.070	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	6,01	20,01	8,20	27,27	10,73	35,67	36.690	53,62	64,56	77,24	16,93	27,87	40,55	
352	1100	10.170	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,09	23,10	4,21	31,48	5,51	41,18	24.200	50,53	60,35	71,73	26,33	36,15	47,53	
381	580	10.750	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,63	24,73	2,22	33,70	2,91	44,09	6.540	48,90	58,13	68,82	42,26	51,49	62,18	
421	880	11.630	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	2,47	27,20	3,37	37,07	4,41	48,50	29.120	46,43	54,76	64,41	17,31	25,64	35,29	
448	960	12.090	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,29	28,49	1,76	38,84	2,91	50,81	28.930	45,14	52,99	62,10	16,21	24,06	33,17	
524	1520	13.610	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	4,27	32,77	5,82	44,66	7,62	58,43	10.270	40,86	47,17	54,48	30,59	36,90	44,21	
620	1920	15.530	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	5,40	38,16	7,35	52,01	9,63	68,06	17.780	35,47	39,82	44,85	17,69	22,04	27,07	
725	2100	17.630	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	5,90	44,06	8,04	60,06	10,53	78,58	1.930	29,57	31,77	34,33	27,64	29,84	32,40	
833	2160	19.790	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	6,07	50,13	8,27	68,33	10,83	89,41	19.500	23,50	23,50	23,50	4,00	4,00	4,00	RAF

000154

ADUTORA CHAVAI - Dimensionamento Para a Q=36,87 Us (Trecho 2) a Partir da Derivação para Barroquinha

TRECHO		Der. Barr. Chavai
EXTENSÃO (m)	16.880,00	
DIÂMETRO (mm)	200	
MATERIAL	PVC	

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	10,77
ANO 2010	26,89
ANO 2020	31,84
ANO 2030	36,87

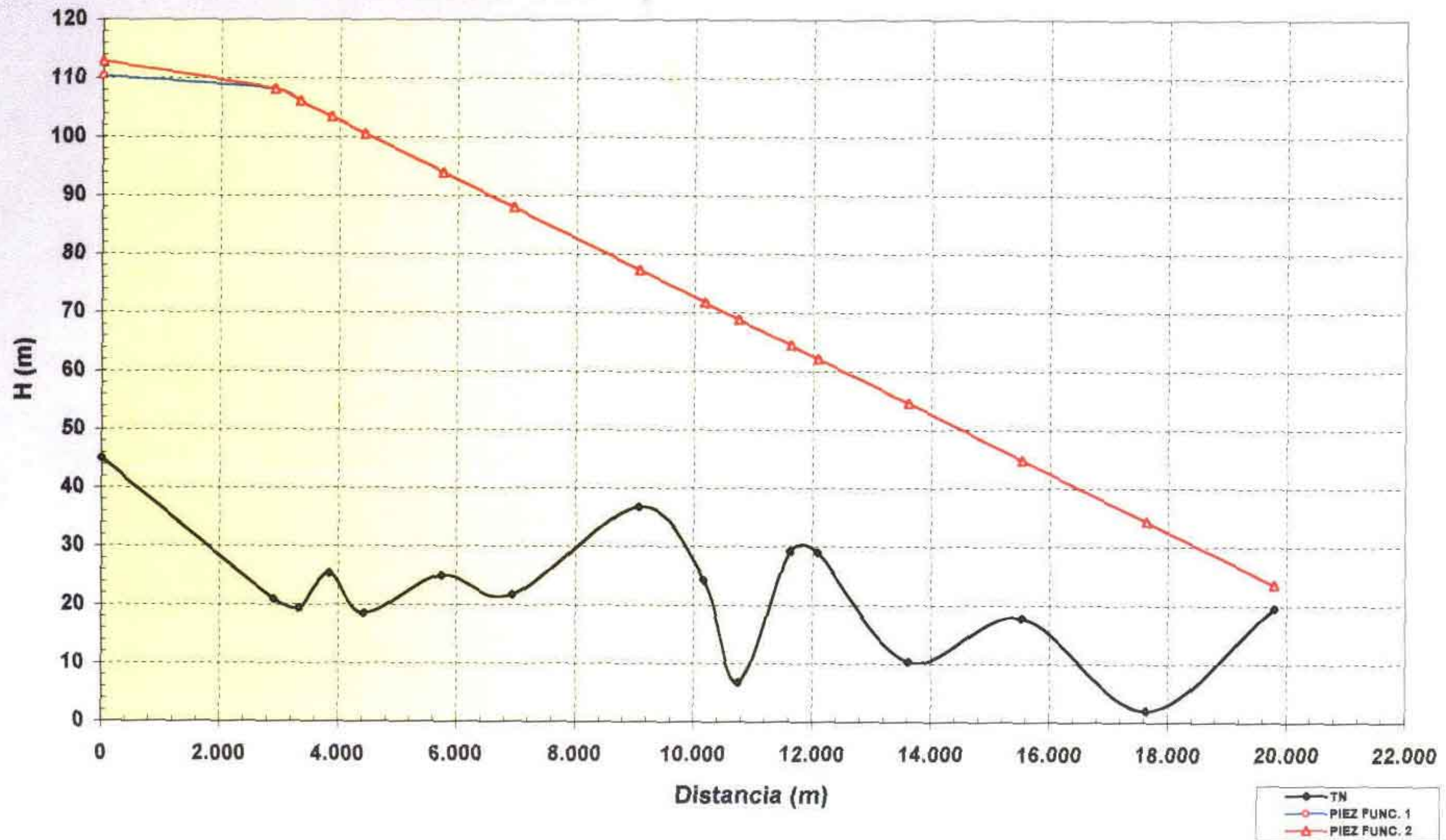
Funcionamento 3	Utilizando Dados da Piet. da Derivação Alt. 2 Barrag.
-----------------	---

Trecho 1		Trecho 2	
L(m)	-	L(m)	16.880
Q(l/s)	-	Q(l/s)	36,87
DN	-	DN	200
DI	-	DI	204,2

PONTO	DIBT. (m)		VAZÃO (l/s) 20 hs			DN (mm)	k (mm)	NR			f			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIEZ. 2010	PIEZ. 2020	PIEZ. 2030	PRES. DISP. (m)			OBS.
	Perc.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030	
Deriv	0	0	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,850	74,87	89,92	106,16	45,96	61,61	79,98	>Barr	
10	420	420	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,18	1,18	1,61	1,61	2,11	2,11	19,210	73,69	88,31	104,26	46,42	61,64	79,52	>Pass.
36	520	940	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,46	2,64	1,99	3,60	2,61	4,71	25,310	72,22	86,31	101,65	38,85	53,54	70,81	
65	580	1.520	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,63	4,27	2,22	5,82	2,91	7,62	18,460	70,59	84,09	98,24	44,07	58,17	74,75	
131	1320	2.840	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,71	7,98	5,06	10,88	6,62	14,24	24,970	66,88	79,04	92,12	33,85	46,61	61,62	
190	1180	4.020	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,32	11,30	4,52	15,40	5,92	20,15	21,680	63,57	74,32	86,21	33,83	45,38	59,00	
297	2140	6.160	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	6,01	17,31	8,20	23,59	10,73	30,88	36,690	57,55	66,32	75,48	12,80	22,17	33,26	
352	1100	7.260	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	3,09	20,40	4,21	27,81	5,51	36,40	24,200	54,46	62,11	69,97	22,20	30,45	40,24	
381	580	7.840	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,63	22,03	2,22	30,03	2,91	39,30	6,640	52,83	59,89	67,06	38,13	45,79	54,89	
425	880	8.720	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	2,47	24,51	3,37	33,40	4,41	43,72	29,120	50,36	56,52	62,65	13,18	19,94	28,00	
448	460	9.180	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	1,29	25,80	1,76	35,16	2,31	46,02	28,930	49,07	54,75	60,34	12,08	18,36	25,88	
524	1520	10.700	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	4,27	30,07	5,82	40,98	7,62	53,64	10,270	44,79	48,93	52,72	26,46	31,20	36,92	
620	1920	12.620	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	5,40	35,47	7,35	48,34	9,63	63,27	17,780	39,40	41,98	44,09	13,56	16,34	19,78	
725	2100	14.720	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	5,90	41,37	8,04	56,38	10,53	73,80	1,930	33,50	33,53	32,57	23,51	24,14	25,11	
833	2160	16.880	26,89	31,84	36,87	204,2	0,015	165.910,19	196.480,22	227.487,83	0,0167	0,0162	0,0158	0,82	0,97	1,13	6,07	47,44	8,27	64,66	10,83	84,62	19,500	27,43	25,26	21,74	-0,13	-1,70	-3,29	RAP

000135

Linhas Piezométricas- Trecho Chaval (Func. 1 e 2)



ADUTORA BARROQUINHA - Dimensionamento Para a Q=18,79 l/s (Trecho 1) e Q=18,79l/s (Trecho 3)

TRECHO	BEAT - Barroquinha
EXTENSÃO (m)	16.480,00
DIÂMETRO (mm)	300/150
MATERIAL	PVC

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	6,49
ANO 2010	13,74
ANO 2020	16,32
ANO 2030	18,79

Funcionamento 1	Bombeamento apenas para Barroquinha
-----------------	-------------------------------------

Trecho 1		Trecho 3	
L(m)	2.910	L(m)	13.540
Q(l/s)	18,79	Q(l/s)	18,79
DN	300	DN	150
DI	299,8	DI	156,4

PONTO	DHT. (m)		VAZÃO (l/s) 20 hs			DI (mm)	f (mm)	NR			f			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIEZ. 2010	PIEZ. 2020	PIEZ. 2030	PRES. DHP. (m)			OBS.
	Parc.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030	
	BEAT	0	0	13,74	16,32			18,79	299,8	0,015	57.736,34	68.590,31	78.984,32	0,0203	0,0196	0,0190	0,19	0,23	0,27	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	
0	2.910	2.910	13,74	16,32	18,79	299,8	0,015	57.736,34	68.590,31	78.984,32	0,0203	0,0196	0,0190	0,19	0,23	0,27	0,38	0,38	0,52	0,52	0,67	0,67	20,850	74,87	89,92	106,36	54,02	69,07	85,51	>Chuv
23	460	3.370	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,39	1,77	1,90	2,42	2,46	3,13	29,040	73,48	88,02	103,90	44,44	58,98	74,86	>Pass.
65	840	4.210	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,53	4,30	3,47	5,88	4,49	7,61	36,740	70,95	84,56	99,42	34,21	47,82	62,68	
91	520	4.730	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,57	5,87	2,15	8,03	2,78	10,39	47,350	69,38	82,41	96,84	22,03	35,06	49,29	
198	2.140	6.870	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	6,45	12,32	8,83	16,86	11,43	21,82	27,690	62,93	73,58	85,21	35,24	45,89	57,52	
228	600	7.470	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,81	14,13	2,48	19,34	3,21	25,03	21,940	61,12	71,10	82,00	39,18	49,16	60,06	
267	780	8.250	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,35	16,49	3,22	22,56	4,17	29,19	42,240	58,76	67,88	77,84	16,52	25,64	35,60	
298	620	8.870	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,87	18,36	2,56	25,12	3,31	32,51	28,020	56,89	65,32	74,32	28,87	37,30	46,50	
358	1.200	10.070	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	3,62	21,98	4,95	30,07	6,41	38,92	44,210	53,27	60,57	68,11	9,06	16,16	23,90	
411	1.060	11.130	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	3,20	25,17	4,38	34,45	5,66	44,58	31,900	50,08	55,99	62,45	18,18	24,09	30,55	
453	840	11.970	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,53	27,71	3,47	37,92	4,49	49,07	40,200	47,54	52,52	57,96	7,34	12,32	17,76	
480	540	12.510	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,63	29,34	2,23	40,14	2,88	51,95	25,470	45,91	50,30	55,08	20,44	24,83	29,61	
529	980	13.490	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,96	32,29	4,05	44,19	5,23	57,18	34,950	42,98	46,25	49,85	8,01	11,30	14,90	
573	880	14.370	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,65	34,95	3,63	47,82	4,70	61,89	20,910	40,30	42,62	45,14	19,39	21,71	24,23	
604	620	14.990	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,87	36,82	2,56	50,38	3,31	65,20	16,600	39,43	40,06	41,83	21,83	23,46	25,23	
677	1.460	16.450	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	4,40	41,22	6,03	56,41	7,80	73,00	30,030	34,03	34,03	34,03	4,00	4,00	4,00	RAP

000157

ADITORA BARROQUINHA - Dimensionamento Para a Q=55,66 l/s (Trecho 1) e Q=18,79l/s (Trecho 3)

TRECHO		EEAT - Barroquinha
EXTENSÃO (m)	18 460,00	
DIÂMETRO (mm)	300/150	
MATERIAL	PVC	

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	9,49
ANO 2010	13,74
ANO 2020	16,32
ANO 2030	18,79

Funcionamento 2	Bombeamento para Barroquinha e Chaval
-----------------	---------------------------------------

Trecho 1		Trecho 3	
L(m)	2.910	L(m)	13.540
Q(l/s)	55,66	Q(l/s)	18,79
DN	300	DN	150
DI	299,8	DI	156,4

PONTO	DIST. (m)		VAZÃO (l/s) 20 hs			DN (mm)	k (mm)	NR			f			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIE2 2010	PIE2 2020	PIE2 2030	PRES. DISP. (m)			ORS.
	Para.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030	
	EEAT	0	0	40,62	48,16			55,66	299,8	0,015	170,741,21	202,417,07	233,931,00	0,0164	0,0159	0,0156	0,58	0,68	0,79	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	45,000	
0	2.910	2.910	40,62	48,16	55,66	299,8	0,015	170,741,21	202,417,07	233,931,00	0,0164	0,0159	0,0156	0,58	0,68	0,79	2,69	2,69	3,67	3,67	4,79	20,850	74,87	89,92	106,36	54,02	69,07	85,51	>Chaval	
23	460	3.370	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,39	4,08	1,90	5,57	2,46	29,040	73,48	88,02	103,90	44,44	58,98	74,86	>Pass	
65	840	4.210	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,53	6,62	3,47	9,04	4,49	36,740	70,94	84,55	99,42	34,20	47,81	62,68		
91	520	4.730	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,57	8,18	2,15	11,19	2,78	47,350	69,38	82,40	96,64	22,03	35,05	49,29		
198	2.140	6.870	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	6,45	14,64	8,83	20,02	11,43	27,690	62,92	73,57	85,21	35,23	45,88	57,52		
228	600	7.470	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,81	16,45	2,48	22,50	3,21	21,940	61,11	71,09	82,00	39,17	49,15	60,06		
267	780	8.250	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,35	18,80	3,22	25,72	4,17	42,240	58,76	67,87	77,84	16,52	25,63	35,60		
298	620	8.870	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,87	20,67	2,56	28,28	3,31	28,020	56,89	65,51	74,52	28,87	37,29	46,50		
358	1.200	10.070	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	3,62	24,29	4,95	33,23	6,41	44,210	53,27	60,36	68,11	9,06	16,15	23,90		
411	1.060	11.130	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	3,20	27,49	4,38	37,60	5,66	31,900	50,07	55,99	62,45	18,17	24,09	30,55		
453	840	11.970	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,53	30,02	3,47	41,07	4,49	40,200	47,29	52,52	57,97	7,34	12,32	17,77		
480	540	12.510	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,63	31,65	2,23	43,30	2,88	25,470	45,91	50,29	55,08	20,44	24,82	29,61		
529	980	13.490	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,96	34,60	4,05	47,35	5,23	34,950	42,96	46,24	49,85	8,01	11,29	14,90		
573	880	14.370	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,65	37,26	3,65	50,98	4,70	20,910	40,30	42,61	45,14	19,39	21,70	24,23		
604	620	14.990	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,87	39,13	2,56	53,54	3,31	16,600	38,43	40,05	41,83	21,83	23,45	25,23		
677	1.460	16.450	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110,673,62	131,479,39	151,403,45	0,0181	0,0173	0,0171	0,72	0,85	0,98	4,40	43,53	6,03	59,56	7,80	30,030	34,03	34,03	34,03	4,00	4,00	4,00	RAP	

000158

ADUTORA BARROQUINHA - Dimensionamento Para Q=18,79l/s (Trecho 3)

TRECHO	SEAT - Barroquinha
EXTENSÃO (m)	13.040,00
DIÂMETRO (mm)	150
MATERIAL	PVC

VAZÃO (l/s)	
ANO 2000	0,48
ANO 2010	13,74
ANO 2020	16,32
ANO 2030	18,79

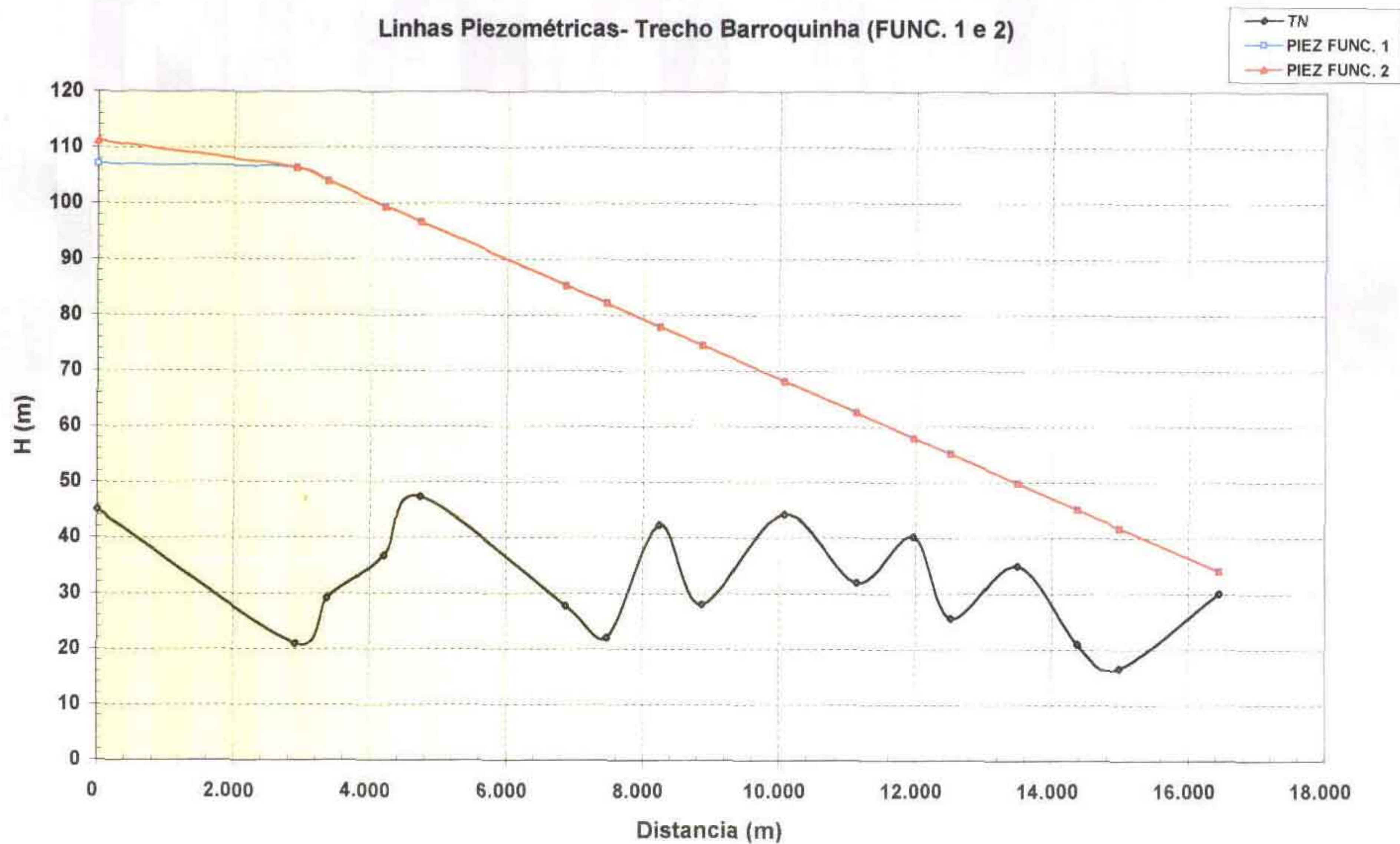
Funcionamento 3	Utilizando Dados da Fiez. de Derivação AR-2 Cheval
-----------------	--

Trecho 1		Trecho 3	
L(m)		L(m)	13.040
Q(l/s)		Q(l/s)	18,79
DN		DN	150
DI		DI	156,4

PONTO	DIST. (m)		VAZÃO (l/s) 20 hs			DN (mm)	k (mm)	NR			f			VELOCIDADE (m/s)			PERDA CARGA (m)						TN	PIEZ. 2010	PIEZ. 2020	PIEZ. 2030	PRES. DIMP. (m)			OBS.
	Para.	Acum.	2010	2020	2030			2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	Parcial 2010	Acum. 2010	Parcial 2020	Acum. 2020	Parcial 2030	Acum. 2030					2010	2020	2030	
0	0	0	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,850	70,94	88,16	108,12	50,09	67,31	87,27	>Cheval
23	460	460	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,39	1,39	1,90	1,90	2,46	2,46	29,040	69,55	86,26	105,66	40,51	57,22	76,62	
65	840	1.300	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,53	3,92	3,47	5,37	4,49	6,94	36,740	67,01	82,79	101,18	30,27	46,05	64,44	
91	520	1.820	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,57	5,49	2,15	7,51	2,78	9,72	47,350	65,95	80,64	98,40	18,10	33,29	51,05	
198	2.140	3.960	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	6,45	11,94	8,83	16,35	11,43	21,15	27,690	58,99	71,81	86,97	31,30	44,12	59,28	
228	600	4.560	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,81	13,75	2,48	18,82	3,21	24,36	21,940	57,18	69,53	83,76	35,24	47,39	61,82	
267	780	5.340	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,35	16,11	3,22	22,04	4,17	28,53	42,240	54,83	66,11	79,60	12,59	23,87	37,36	
298	620	5.960	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,87	17,98	2,56	24,60	3,31	31,84	28,020	52,96	63,55	76,28	24,94	35,53	48,26	
358	1.200	7.160	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	3,62	21,60	4,95	29,55	6,41	38,25	44,210	49,34	58,60	69,87	5,13	14,39	25,66	
411	1.060	8.220	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	3,20	24,79	4,38	33,93	5,66	43,91	31,900	46,14	54,23	64,21	14,24	22,33	32,31	
453	840	9.060	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,53	27,33	3,47	37,40	4,49	48,40	40,200	45,81	50,76	59,73	3,41	10,56	19,53	
480	540	9.600	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,63	28,95	2,23	39,63	2,88	51,28	25,470	41,98	48,53	56,84	16,51	23,06	31,37	
529	980	10.580	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,96	31,91	4,05	43,67	5,23	56,52	34,950	39,03	44,48	51,61	4,08	9,53	16,66	
573	880	11.460	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	2,65	34,56	3,63	47,30	4,70	61,22	20,910	36,37	40,85	46,90	15,46	19,94	25,99	
604	620	12.080	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	1,87	36,43	2,56	49,86	3,31	64,53	16,600	34,50	38,29	43,59	17,90	21,69	26,99	
677	1.460	13.540	13,74	16,32	18,79	156,4	0,015	110.673,62	131.479,39	151.403,45	0,0181	0,0175	0,0171	0,72	0,85	0,98	4,40	40,84	6,03	55,89	7,80	72,33	30,030	30,10	32,27	35,79	0,07	2,24	5,76	RAP

000153

Linhas Piezométricas- Trecho Barroquinha (FUNC. 1 e 2)



ANEXO 04 – Estudo de Transientes Hidráulicos

**ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS PARA A ADUTORA DE CHAVAL E
BARROQUINHA -CE**

AUTOR: FRANCISCO OSNY ENÉAS DA SILVA¹

¹ Engº Civil CREA-CE 8487-D

M Sc em Recursos Hídricos, UFC-CE

Doutorando (PhD) em Engenharia Hidráulica, University of New Hampshire

Anexo do Vol. I - Relatório Geral

000162

1.0 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente relatório tem por objetivo descrever os estudos dos transientes hidráulicos relativos às Adutoras de Chaval e barroquinha, da Secretaria dos Recursos Hídricos, desenvolvidos com o fito de dimensionar os equipamentos de proteção das linhas de recalque contra os efeitos adversos do golpe de aríete

Os estudos foram desenvolvidos com base em modernas técnicas de cálculo de *transitórios hidráulicos em linhas de recalque, fazendo-se uso de modelos computacionais de reconhecida eficiência para avaliação dos transientes hidráulicos e dimensionamento dos equipamentos de proteção*. A discriminação dos modelos empregados é feita no capítulo referente à metodologia de análise

O sistema analisado é composto pelas seguintes unidades

- Uma elevatória de água tratada -EEAT com quatro equipamentos de bombeamento (3+1R),
- Sistema adutor composto por 03 (três) trechos distintos, a saber
 - Trecho 1 entre a EEAT e a derivação Chaval/Barroquinha (2 910m/300mm),
 - Trecho 2 entre a derivação e Chaval (16 880m/200mm).
 - Trecho 3 entre a derivação e Barroquinha (13540m/150mm)

Os dados da estação elevatória EEAT são apresentados no Quadro 1

Quadro 1: Dados Fornecidos das Estações Elevatórias

Estação Elevatória	Q_T (L/s)	AMT_{max} (mca)	Arranjo	Tipo de Bombas	RPM	Eficiência (%)
EEAT	18,55	72,00	3+1R	KSB Meganorm 50-200	3 500	70

Os demais dados operacionais foram fornecidos pelo cliente, tais como os perfis das linhas de recalque, e os dados não fornecidos foram obtidos de catálogos de fabricantes dos equipamentos

2.0 – METODOLOGIA GERAL EMPREGADA PARA O CÁLCULO DO TRANSITÓRIO HIDRÁULICO NAS LINHAS DE RECALQUE DO SISTEMA

Os transitórios hidráulicos nas linhas de recalque foram avaliados para o caso de parada do bombeamento nas estações elevatórias, quer por operação normal do sistema, quer por interrupção do fornecimento de energia elétrica aos motores. considerando-se inicialmente que o sistema estaria funcionando *sem qualquer equipamento de proteção contra o golpe de aríete*. Esta condição de parada dos motores, conforme indica a própria literatura especializada, constitui-se na condição mais crítica de funcionamento do sistema, quando são provocadas as maiores sobrepressões e subpressões nas linhas de recalque

Esta condição de avaliação preliminar do transitário hidráulico é a recomendada para uma definição da classe de tubulação do sistema de recalque, que muitas vezes resulta incompatível com a proposição inicial da classe de tubo, mesmo após serem considerados os equipamentos de proteção. Alguns autores mais conservadores, como STEPHENSON¹ admite que as tubulações dos grandes sistemas de recalque devam ser projetadas para suportar as pressões transitórias calculadas na condição de parada dos motores, sem levar em

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

conta o funcionamento dos equipamentos de proteção, como forma de se proteger o sistema contra possível falha nesses equipamentos

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

Posteriormente à verificação da condição de funcionamento das linhas de recalque sem equipamento de proteção, passou-se à análise e otimização dos sistemas de proteção, levando-se em conta os fatores de operacionalidade, adequação aos transitórios hidráulicos calculados e, sobretudo, minimização dos custos de construção e operação dos sistemas. Os passos dados para otimização dos equipamentos de proteção da linha de recalque são apresentados no capítulo 4- Propostas de Soluções para o Sistema de Proteção

Os modelos matemáticos empregados na análise dos transitórios hidráulicos e dimensionamento dos sistemas de proteção, constaram basicamente de três programas computacionais, sendo um comercialmente disponível e os demais desenvolvidos para uso privativo do consultor

O primeiro programa foi o CTran - Verificação e Simulação de Transitórios em Conduitos Forçados, versão comercial adquirida junto à FCTH, com licença de uso, desenvolvido pelo Centro de Hidráulica Computacional da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, que emprega o método das características, considerado o mais adequado para este tipo de análise

O programa CTran tem a vantagem de possuir fácil interface com o usuário, possuindo uma entrada de dados e saída de resultados de forma bastante amigável, podendo ser empregado até mesmo por não especialistas, o que não se constitui exatamente numa vantagem, pois funciona como uma "caixa preta" onde o usuário não toma conhecimento do processo interno de cálculo, enquanto que a análise dos resultados, sem a visão crítica de um especialista, pode conduzir a interpretações equivocadas e até mesmo perigosas para a segurança das instalações

O programa CTran apresenta também algumas desvantagens, como um tempo de processamento relativamente lento, dependendo da quantidade de nós do sistema a simular, mesmo quando empregado em computadores do tipo PC Pentium II 333 Mhz, com 64 MB EDO RAM, melhorando a performance em modelos mais avançados. Outra desvantagem do programa, e a de não permitir a definição pelo próprio usuário, trecho a trecho, do fator de resistência f da Fórmula Universal da Perda de Carga ou de Darcy-Weisbach, apresentação americana, função do número de Reynolds e, conseqüentemente, da vazão admitida em regime permanente para o trecho.

Esta desvantagem traz algumas complicações para a simulação de linhas de recalque muito longas em que haja uma variação acentuada de vazão na canalização por trechos, sem necessariamente haver mudança de diâmetro, para atender às condições de contorno da linha piezométrica. Nesses casos, torna-se impraticável o emprego do CTran por superestimar as condições da linha piezométrica do regime permanente. Não obstante, o CTran apresenta excelentes resultados e performance para as situações consideradas "normais" dos esquemas de adução.

Nos casos em que o CTran se mostra incompatível para o cálculo do transiôno hidráulico, são então empregados pelo consultor, dois outros programas computacionais de elevada performance e confiabilidade. O primeiro denomina-se ATHA – Análise de Transiônios Hidráulicos em Adutoras, baseado no programa original de CHAUDHRY², tendo sido apresentado em sua forma original por RIGHETTO³ e, posteriormente, adaptado com vistas ao seu emprego prático no dimensionamento de linhas de recalque pelo Prof. Francisco Osny Enéas da Silva, da Universidade de Fortaleza, consultor do projeto.

O Programa ATHA constitui-se na verdade em cinco módulos independentes de simulação de transiônios hidráulicos permitindo a verificação tanto da situação do sistema sem proteção, como do dimensionamento dos equipamentos de proteção para diversas condições de contorno. O segundo programa, denominado COMPRO24, é uma versão avançada do Programa ATHA, perfazendo as mesmas verificações que o ATHA para outras diferentes condições de contorno.

A vantagem maior dos programas supracitados é permitir uma análise eficiente do transiôno hidráulico para quaisquer condições de contorno dos sistemas, empregando-se os parâmetros reais de cálculo, tais como a vazão trecho a trecho, coeficiente de resistência

calculado segundo a Fórmula de Colebrook, e declividade real da linha piezométrica do regime permanente. Outra vantagem é o tempo de processamento computacional bastante rápido em comparação ao CTran.

A principal desvantagem do emprego desses programas é a difícil interface com o usuário, requerendo uma laboriosa e cuidadosa entrada de dados, que literalmente anula a vantagem obtida com a rapidez de processamento, devendo ser empregado apenas por especialistas com experiência razoável em transientes hidráulicos, devido a necessidade de uma criteriosa seleção dos parâmetros.

A formulação matemática dos programas aqui citados adota o Método das Características, apresentada por CHAUDHRY² utilizando-se a codificação básica ministrada por RIGHETTO³, em curso específico de análise de transientes hidráulicos em linhas de recalque. As equações básicas utilizadas na análise de transientes hidráulicos podem ser matematicamente expressas pela equação dinâmica do escoamento dada pela 2ª Lei de Newton e pela equação da Continuidade. O sistema dado por essas equações diferenciais pode ser resolvido pelo Método das Características permitindo-se avaliar os valores da vazão Q e da carga piezométrica H ao longo da tubulação dada pela abscissa x e do tempo t . As equações são

Equação do Movimento

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

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

² Chaudhry, M H, "Applied Hydraulic Transients", Van Nostrand Reinhold Co. Publ., New York, 1989.

³ Righetto, A. M., "Golpe de Ariete em Canalizações de Recalque", Boletim de Hidráulica e Saneamento, Boletim nº 2, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1985.

Equação da Continuidade.

$$(c^2 \partial Q) / gA \partial x + \partial H / \partial t = 0$$

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

A introdução de aparelhos e equipamentos de proteção na modelagem matemática do transitório, se faz por aplicação de condições de contorno específicas para cada caso e tipo de equipamento, tendo sido inseridas diretamente como linhas de programação nos programas de análise dos transitórios.

Os dados básicos de entrada dos programas computacionais ATHA e COMPRO24 requerem o cálculo prévio dos parâmetros de celeridade das ondas de pressão e do momento de inércia dos conjuntos de bombeamento, tendo sido calculados conforme a metodologia que se apresenta a seguir.

Cálculo da Celeridade da Onda:

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

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

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

$K = 2.19 \text{ GPa}$ para escoamento de água,

$\nu = 0.25$ para ferro fundido, 0.40 para PVC, 0.50 a 0.55 para PRFV,

$E = 170 \text{ GPa}$ para ferro fundido, 30 GPa para PVC, 1 Mpa DeFoFo, e valores diretamente fornecidos pelos fabricantes para tubos em RPVC e PRFV.

$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$ para água doce.

D = diâmetro da tubulação em metros,

e = espessura do tubo.

Cálculo do Momento de Inércia Total do Sistema

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

$$WR^2_{total} = (WR^2_{motor} + WR^2_{bomba}) \times N_b$$

onde N_b = número de conjuntos de bombas em funcionamento simultâneo (sistema em paralelo)

WR^2_{motor} = momento de inércia do motor

WR^2_{bomba} = momento de inércia da bomba

Os momentos de inércia das bombas e motores são fornecidos pelos fabricantes ou obtidos junto a catálogos de fornecedores em função das características particulares de cada equipamento

Antes de se passar à análise das possíveis soluções para as linhas de recalque do sistema, considera-se conveniente apresentar-se considerações gerais sobre o tipo de tubulação adotada e os equipamentos de proteção usualmente empregados para solução de problemas decorrentes de transientes hidráulicos em instalações típicas de recalque, o que é feito no capítulo seguinte

3.0 – ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA TUBULAÇÃO E DAS ALTERNATIVAS DE PROTEÇÃO DA LINHA DE RECALQUE

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

Se o perfil da tubulação, em função das cotas do terreno natural, for relativamente próximo da linha piezométrica, a súbita desaceleração da coluna de água pode causar uma queda de pressão interna a valores inferiores à da pressão atmosférica. O mais baixo valor a que pode cair a pressão interna é a *pressão de vapor*. A vaporização ou mesmo a *separação de coluna* pode ocorrer em pontos altos ao longo do perfil da adutora. Quando a onda de pressão retorna a valores positivos, a coluna de água se reunirá dando vez a ocorrência de sobrepressões do golpe de ariete, podendo colocar em risco a estabilidade da tubulação ou dos equipamentos a ela conectados. O Quadro 2 mostra os valores usuais da pressão de vapor nas condições da pressão atmosférica, além de outros parâmetros de interesse no cálculo dos transitórios hidráulicos.

Quadro 2: Dados das Propriedades Físicas da Água à Pressão Atmosférica

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

Conforme se pode depreender do Quadro 2, a pressão interna mínima das tubulações nas condições de subpressão durante o transitório hidráulico deveria ser de no mínimo 0,24 mca, para uma temperatura da água em torno de 20 °C e de 0,43 mca para temperatura da água em torno de 30°C. Esta condição de estabilidade da coluna de água deve ser considerada como meta a atingir no dimensionamento de sistemas de proteção para os pontos mais críticos de linhas de recalque.

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

emprego de uma serie de equipamentos de proteção para os quais é apresentada aqui. uma breve descrição funcional

Os principais instrumentos de combate aos efeitos dos transientes hidráulicos são a seguir listados e comentados

3.1 – Ventosas e Registros de Descarga

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

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

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

Pelos motivos aqui expostos, não se procedeu a simulação computacional da linha de recalque considerando-se as ventosas como dispositivo efetivo de proteção contra o golpe de aríete, tendo-se, porém, considerado que as mesmas devem ser instaladas nas linhas de recalque para segurança obrigatória do sistema

3.2 Válvulas de Alívio

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

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

3.3 Volantes de Inércia

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

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

O emprego de volantes de inércia deve ser totalmente descartado para proteção das linhas de recalque da adutora.

3.4 Chaminés de Equilíbrio

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

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

O dimensionamento de uma chaminé de equilíbrio envolve questões sérias como a análise da condição de estabilidade das oscilações de nível dentro da chaminé, determinada pela equação de Thoma, pois caso esta condição não seja obedecida, as oscilações de nível tendem a ampliar-se ao invés de atenuar-se.

3.5 Tanques de Amortização Unidirecional ou "One-Way"

Os tanques de alimentação ou One-Ways, tem o objetivo de evitar a formação de subpressões indesejáveis na tubulação, estando durante o funcionamento normal do sistema, separados da tubulação de recalque por meio de uma válvula de retenção, abrindo-se esta quando ocorre uma depressão na canalização, evitando-se assim que a pressão interna diminua, devendo ser dimensionado para manter a pressão interna sempre superior à tensão de vapor da água à temperatura do bombeamento. O tanque é alimentado por um "by-pass" servido de um flutuador ou registro automático de entrada. Normalmente são empregados em pontos elevados da linha de recalque, podendo ser únicos ou distribuídos em sequência ao longo da tubulação.

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

O emprego de reservatórios de descarga do tipo "one-way" foi adotado como principal dispositivo de combate ao golpe de aríete nas linhas de recalque da adutora Chaval - Barroquinha, devido suas vantagens em relação aos demais equipamentos de proteção, quer de natureza econômica, quer de natureza operacional.

O One-way utilizado como padrão para o projeto da adutora Chaval-Barroquinha tem 10 metros de altura total, com câmara no diâmetro de 2,0m, altura útil de água dentro do One-Way igual a 8,6m, e diâmetro da tubulação de ligação igual a 150 mm.

3.6 Reservatório Hidropneumático

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

A instalação de um reservatório hidropneumático requer a presença permanente de um sistema compressor de ar destinado a manter uma pressão interna adequada de ar dentro do vaso hidropneumático. Esta condição pressupõe também a instalação de um grupo gerador de forma a manter o sistema em condições operacionais permanentes, mesmo quando da interrupção do fornecimento de energia elétrica. Esta restrição inviabiliza economicamente seu emprego na maioria das vezes, requerendo também a presença constante de profissional habilitado para sua operação e manutenção. Uma falha de operação pode causar acidentes indesejáveis caso não haja outros mecanismos de segurança para proteção do sistema. No caso do presente estudo, descartou-se a priori o seu emprego por avaliação prévia do Consultor após o exercício de algumas simulações.

4.0 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES E PROPOSTAS DE SOLUÇÕES PARA O SISTEMA DE PROTEÇÃO

Trecho EEAT - Chaval:

Os resultados da análise do sistema sem proteção mostra a elevada magnitude de subpressões a que está sujeito este trecho, que alcança valores acima de $-10,33$ mca, ou 1 atmosfera negativa. A subpressão aproximada de $-21,00$ mca na tabela dos resultados, tem o significado de que seria necessária uma alimentação com coluna de água equivalente a 20mca para que o nó não sofresse efeito de subpressão sem a existência de equipamento de proteção.

Após se proceder diversas simulações para solucionar o problema da subpressão neste trecho, obteve-se uma razoável performance com o emprego de 01 (um) tanque de alimentação unidirecional, com o padrão $H=10m, h=8,6m, D=2,0m, d=150mm$ localizado na estaca 293 da adutora de Chaval (Trecho 02).

As envoltórias são apresentadas a seguir. A subpressão residual em alguns pontos é perfeitamente compatível com a resistência apresentada pelo tubo em PVC conforme informações do fabricante.

• Trecho: Derivação - Barroquinha:

Os resultados da análise do sistema sem proteção mostra a elevada magnitude de subpressões a que está sujeito este trecho, que alcança valores acima de $-10,33$ mca, ou 1 atmosfera negativa. A subpressão aproximada de $-32,00$ mca na tabela dos resultados, tem o significado de que seria necessária uma alimentação com coluna de água equivalente a 32mca para que o nó não sofresse efeito de subpressão sem a existência de equipamento de proteção.

Após se proceder diversas simulações para solucionar o problema da subpressão neste trecho, obteve-se uma razoável performance com o emprego de 02 (dois) tanques de alimentação unidirecional, com o padrão $H=10m, h=8,6m, D=2,0m, d=150mm$ localizados nas estacas 91 e 358 da adutora de Barroquinha (Trecho 03).

As análises relativas a cada trecho são apresentadas nas planilhas e gráficos mostrados a seguir.

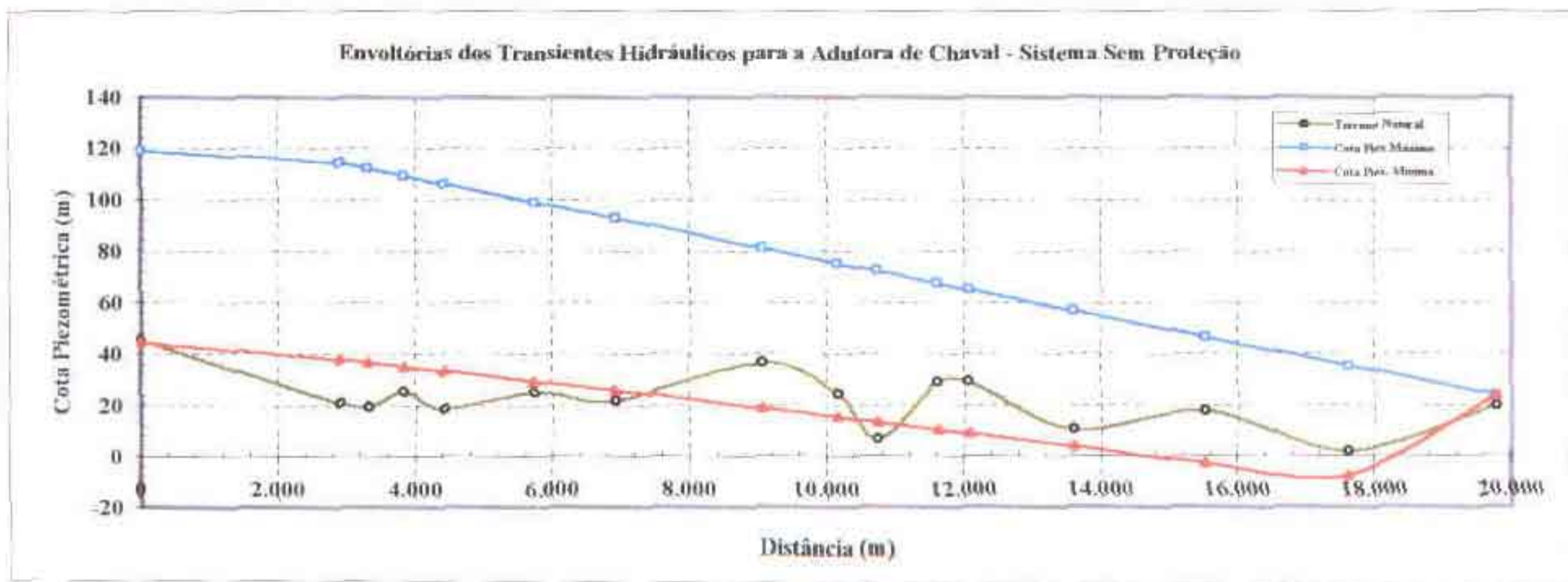
ANALISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA CHAVAL x BARROQUINHA

SISTEMA SEM PROTEÇÃO

TRECHO CHAVAL

Da EEAT até RAP Chaval

Ponto	Dist da EEAT	Cota Terreno	Envoltória		Sobrepessão		Subpressão		Amplitude de Carga Hidráulica	Q (l/s)
			Máxima	Minima	Máxima	Minima	Máxima	Minima		
EEAT	0,00	45,000	118,77	44,24	73,770	-0,760	74,530	55,66 l/s		
Derivação	2.910	20,850	114,380	37,960	93,530	17,110	76,420	55,66 l/s		
	3.330	19,210	112,109	36,700	92,899	17,490	75,409	35,68 l/s		
	3.850	25,310	109,330	35,150	84,020	9,840	74,180	35,68 l/s		
	4.430	18,460	106,220	33,440	87,760	14,980	72,780	35,68 l/s		
	5.750	24,970	99,049	29,380	74,079	4,410	69,669	35,68 l/s		
	6.930	21,680	92,750	25,770	71,070	4,090	66,980	35,68 l/s		
	9.070	36,690	81,230	18,750	44,540	-17,940	62,480	35,68 l/s		
	10.170	24,200	75,320	15,280	51,120	-8,920	60,040	35,68 l/s		
	10.750	6,640	72,240	13,280	65,600	6,640	58,960	35,68 l/s		
	11.630	29,120	67,530	10,300	38,410	-18,820	57,230	35,68 l/s		
	12.090	28,930	65,210	8,780	36,280	-20,150	56,430	35,68 l/s		
	13.610	10,270	56,760	3,580	46,490	-6,690	53,180	35,68 l/s		
	15.530	17,780	46,520	-3,010	28,740	-20,790	49,530	35,68 l/s		
	17.630	1,930	35,210	-7,690	33,280	-9,620	42,900	35,68 l/s		
	19.790	19,500	23,500	23,500	4,000	4,000	0,000	35,68 l/s		



000177

	12.090	28,930	64,950	31,810	36,020	2,880	33,140	35,68 l/s
	13.610	10,270						

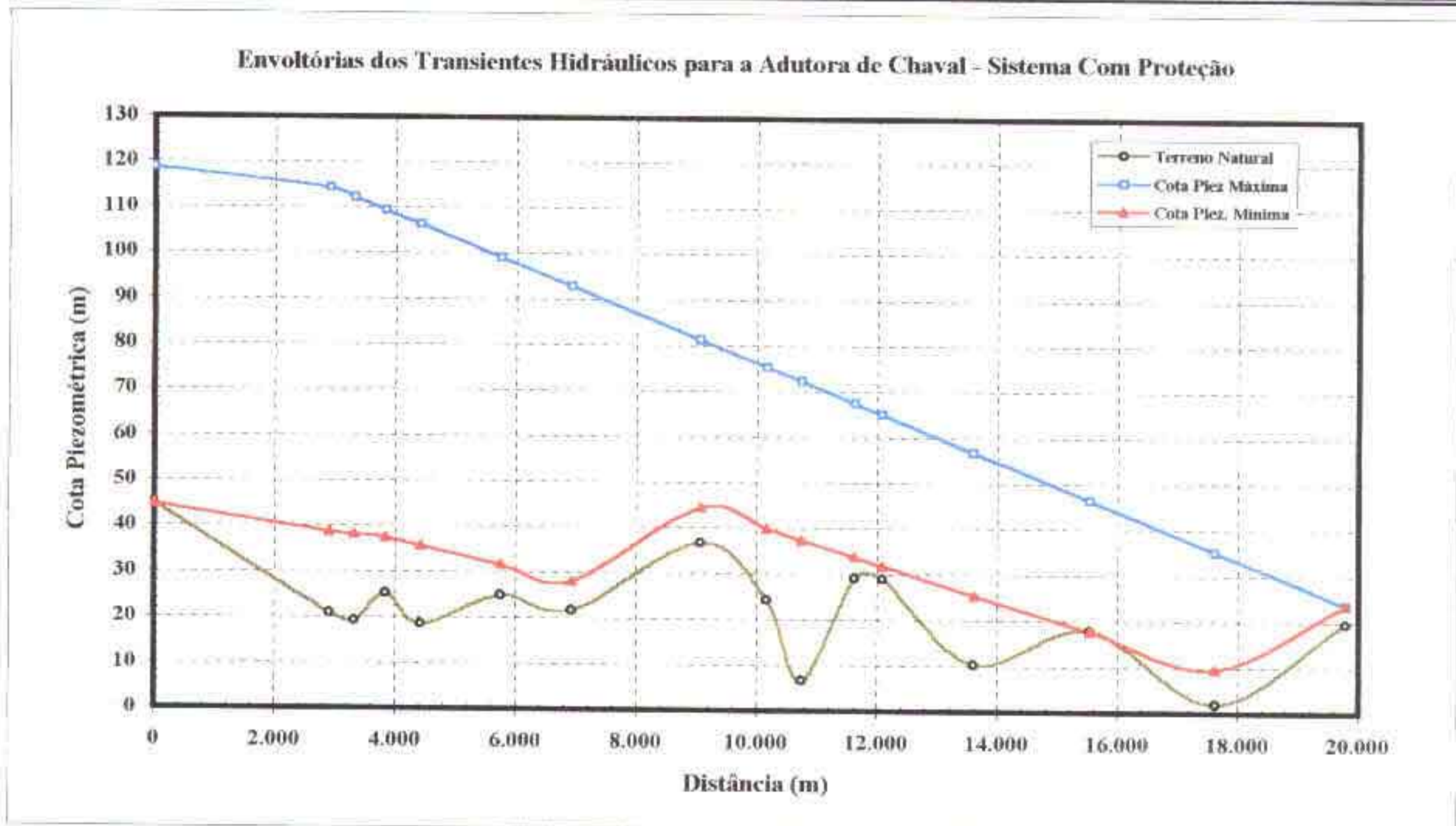
ANALISE DE TRANSIENTES HIDRAULICOS NA ADUTORA CHAVAL x BARROQUINHA

SISTEMA COM PROTEÇÃO DE 1 ONE-WAY

TRECHO CHAVAL

Da EEAT até RAP Chaval

Ponto	Dist da EE	Cota Terreno	Envoltória Máxima	Envoltória Mínima	Sobrepessão Máxima	Subpressão Mínima	Amplitude de Carga Hidráulica	Q (l/s)
EEAT	0,00	45,000	118,75	44,87	73,750	-0,130	73,880	55,66 l/s
Derivação	2.910	20,850	114,380	38,760	93,530	17,910	75,620	55,66 l/s
	3.330	19,210	112,100	38,150	92,890	18,940	73,950	35,68 l/s
	3.850	25,310	109,330	37,480	84,020	12,170	71,850	35,68 l/s
	4.430	18,460	106,210	35,750	87,750	17,290	70,460	35,68 l/s
	5.750	24,970	99,040	31,660	74,070	6,690	67,380	35,68 l/s
	6.930	21,680	92,750	28,040	71,070	6,360	64,710	35,68 l/s
1ONE-WAY	9.070	36,690	81,220	44,530	44,530	7,840	36,690	35,68 l/s
	10.170	24,200	75,310	39,890	51,110	15,690	35,420	35,68 l/s
	10.750	6,640	72,230	37,460	65,590	30,820	34,770	35,68 l/s
	11.630	29,120	67,520	33,800	38,400	4,680	33,720	35,68 l/s
	12.090	28,930	64,950	31,810	36,020	2,880	33,140	35,68 l/s
	13.610	10,270	56,760	25,500	46,490	15,230	31,260	35,68 l/s
	15.530	17,780	46,520	17,690	28,740	-0,090	28,830	35,68 l/s
	17.630	1,930	35,210	9,360	33,280	7,430	25,850	35,68 l/s
	19.790	19,500	23,500	23,500	4,000	4,000	0,000	35,68 l/s



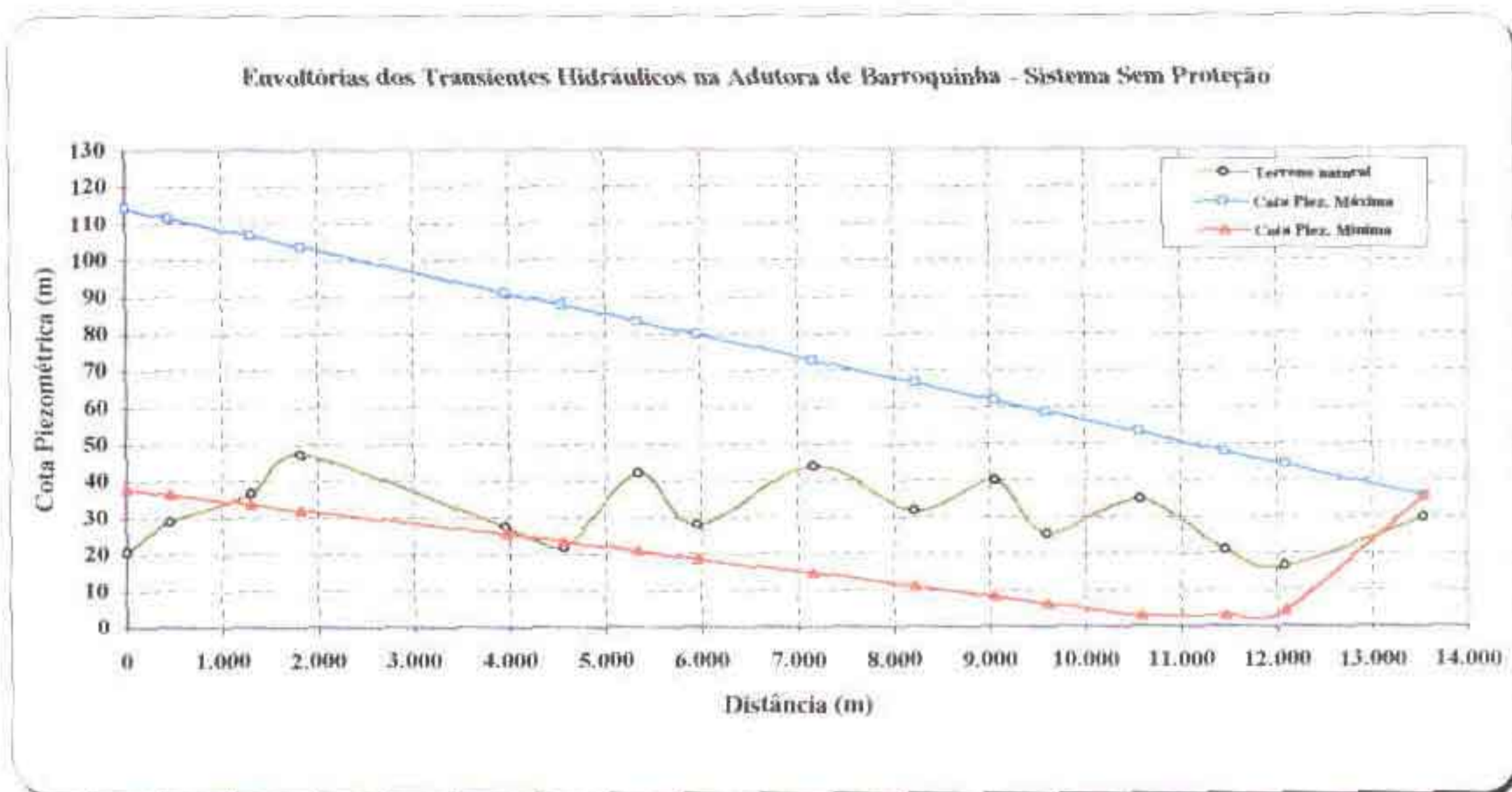
ANÁLISE DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS NA ADUTORA CHAVAL x BARROQUINHA

SISTEMA SEM PROTEÇÃO

TRECHO BARROQUINHA

Da Derivação até RAP Barroquinha

Ponto	Dist. Acum.	Cota	Envoltória	Envoltória	Sobrepressão	Subpressão	Amplitude de Carga Hidráulica	Q (l/s)
		Terreno	Máxima	Minima	Máxima	Minima		
Derivação	0,00	20,850	114,380	37,960	93,530	17,110	76,420	18,79 l/s
	460,00	29,040	111,610	36,520	82,570	7,480	75,090	18,79 l/s
	1.300,00	36,740	106,890	34,050	70,150	-2,690	72,840	18,79 l/s
	1.820,00	47,350	103,840	32,410	56,490	-14,940	71,430	18,79 l/s
	3.960,00	27,690	91,340	25,640	63,650	-2,050	65,700	18,79 l/s
	4.560,00	21,940	87,960	23,600	66,020	1,660	64,360	18,79 l/s
	5.340,00	42,240	83,510	20,990	41,270	-21,250	62,520	18,79 l/s
	5.960,00	28,020	79,880	18,540	51,860	-9,480	61,340	18,79 l/s
	7.160,00	44,210	72,930	14,800	28,720	-29,410	58,130	18,79 l/s
	8.220,00	31,900	66,810	11,200	34,910	-20,700	55,610	18,79 l/s
	9.060,00	40,200	61,930	8,300	21,730	-31,900	53,630	18,79 l/s
	9.600,00	25,470	58,850	6,420	33,380	-19,050	52,430	18,79 l/s
	10.580,00	34,950	53,250	2,950	18,300	-32,000	50,300	18,79 l/s
	11.460,00	20,910	47,930	3,100	27,020	-17,810	44,830	18,79 l/s
	12.080,00	16,600	44,300	4,350	27,700	-12,250	39,950	18,79 l/s
RAP Barr.	13.540,00	30,030	35,790	35,790	5,760	5,760	0,000	18,79 l/s



ANALISE DE TRANSIENTES HIDRAULICOS NA ADUTORA CHAVAL x BARROQUINHA

SISTEMA COM PROTEÇÃO DE 02 ONE-WAY

TRECHO BARROQUINHA

Trecho Entre a Estação Elevatória EEAT até RAP Barroquinha

Ponto	Dist da EE	Cota	Envoltória	Envoltória	Sobrepessão	Subpessão	Amplitude de Carga Hidráulica	Q (l/s)
		Terreno	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima		
EEAT	0,00	20,850	114,380	38,760	93,530	17,910	75,620	18,79 l/s
	460,00	29,040	111,600	41,230	82,560	12,190	70,370	18,79 l/s
	1.300,00	36,740	106,890	46,610	70,150	9,870	60,280	18,79 l/s
1 ONE-WAY	1.820,00	47,350	103,840	54,980	56,490	7,630	48,860	18,79 l/s
	3.960,00	27,690	91,340	46,990	63,650	19,300	44,350	18,79 l/s
	4.560,00	21,940	87,960	44,810	66,020	22,870	43,150	18,79 l/s
1 ONE-WAY	5.340,00	42,240	83,510	41,970	41,270	-0,270	41,540	18,79 l/s
	5.960,00	28,020	79,870	39,700	51,850	11,680	40,170	18,79 l/s
	7.160,00	44,210	72,920	52,130	28,710	7,920	20,790	18,79 l/s
Barroquinha	8.220,00	31,900	66,800	46,930	34,900	15,030	19,870	18,79 l/s
	9.060,00	40,200	61,920	42,880	21,720	2,680	19,040	18,79 l/s
	9.600,00	25,470	58,850	40,320	33,380	14,850	18,530	18,79 l/s
	10.580,00	34,950	53,250	35,680	18,300	0,730	17,570	18,79 l/s
	11.460,00	20,910	47,930	31,280	27,020	10,370	16,650	18,79 l/s
	12.080,00	16,600	44,300	28,350	27,700	11,750	15,950	18,79 l/s
Barroquinha	13.540,00	30,030	35,790	35,790	5,760	5,760	0,000	18,79 l/s

