

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA SERRA DO FELIX

TOMO IV - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 -TEXTOS

ESC
ENGENHARIA E SERVIÇOS E CONSULTORIA

FORTALEZA- CE
OUTUBRO DE 1998



PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA SERRA DO FELIX

TOMO IV - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 - TEXTOS

Lote: 02425 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto Nº 0232/04/01
Volume _____
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____

0232/04/01
ex.1

Executado por:

**ESC - Engenharia
Serviços e Consultoria**

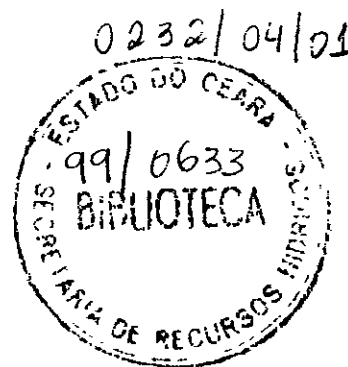
Outubro/1999

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA
SERRA DO FÉLIX

TOMO IV – RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 - TEXTOS



Nº Revisão	Data	Discriminação	VER	APR	AUT
	Out/99	Edição Preliminar			

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	4
1 - INTRODUÇÃO.....	5
2- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	6
2 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	6
2 2 - CLIMA	6
2 3 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS	9
2 4 - ASPECTOS SÓCIO ECONÔMICOS	10
2.4.1 - Distrito de Serra do Félix.....	10
2.4.2 - Localidade de Boqueirão do Cezário	10
2 5 - ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO	11
3 - SISTEMA PROPOSTO	12
3 1 - PARÂMETROS BÁSICOS DO PROJETO	12
3 2 - VAZÃO DE PROJETO	13
3 3 - FONTE HÍDRICA	13
4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS.....	21
4 1 - GENERALIDADES	21
4 2 - ALTERNATIVAS DE TRAÇADO	21
4 3 - ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO	23
4.3.1 - Considerações Iniciais.....	23
4.3.2 - Alternativa 1.....	26
4.3.3 - Alternativa 2.....	26
4.3.4 - Escolha da Alternativa.....	27
5 - DETALHAMENTO DO PROJETO	39
5 1 - GENERALIDADES	39
5 2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO	39
5.2.1 - Captação.....	39
5.2.2 - Sistema Adutor	41
5 2 2 1 – Adutora de Água Bruta	41
5 2 2 2 – Adutora de Água Tratada	42
5 3 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA	43
5.3.1 - Registros de Descarga	44
5.3.2 - Ventosas de Tríplex Função.....	44

5.3.3 - Válvulas de Retenção	44
5.3.4 - Válvula Antecipadora de Onda	44
5.3.5 - Blocos de Ancoragem	44
5 4 - RESERVATÓRIOS	45
5.4.1 - Reservação da ETA	45
5.4.2 - Reservação em Boqueirão do Cesário	45
5 5 - ESTUDOS DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS	45
5.5.1 - Generalidades	45
5.5.2 - Fundamento Teórico	46
5.5.3 - Metodologia	46
5 6 - SISTEMA ELÉTRICO	50
5 7 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	51
5.7.1 - Processo de Tratamento	52
5 7 1 1 - Descrição de Funcionamento do Filtro	52
5 7 1 2 - Lavagem dos Filtros	53
5 7 1 3 - Dosagem de Produtos Químicos	53
5.7.2 - Caracterização das Unidades do Sistema	53
5 7 2 1 - Filtros	53
5 7 2 2 - Barrilete	54
5 7 2 3 - Escada	54
5 7 2 4 - Material Filtrante para cada Unidade	54
5 7 2 5 - Câmara de Carga	55
5 7 2 6 - Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros	55
6 - EQUIPE TÉCNICA	57

A documentação aqui apresentada, consolida os serviços executados, no âmbito do Contrato Nº 25/98, firmado entre a ESC - Engenharia Serviços e Consultoria e a Secretaria dos Recursos Hídricos, para a elaboração do Projeto Executivo do Sistema Adutor da Serra do Félix

Os estudos foram elaborados de forma a atender, os requisitos contidos no Termo de Referências da Carta Convite Nº 16/SRH/98, bem como as normas pertinentes para sistemas de abastecimento de água

Em síntese, os estudos objeto do supra citado contrato são apresentados nos seguintes documentos, que compõem o acervo do projeto

TOMO I – Relatório dos Estudos Básicos e Alternativa de Traçado

TOMO II – Relatório dos Estudos Básicos Complementares

Volume 1 – Levantamentos Topográficos

Volume 2 – Investigações Geotécnicas

TOMO III - Relatório dos Estudos de Concepção

TOMO IV – Relatório Geral

Volume 1 – Textos

Volume 2 – Desenhos

Volume 3 – Quantitativos e Orçamentos

Volume 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamentos

TOMO V – Relatório Síntese

O presente documento se constitui no TOMO IV – RELATÓRIO GERAL, Volume 1 -
Textos

1 - INTRODUÇÃO

O Ceará, igualmente ao Nordeste semi-árido, partilha a sua história com ações governamentais de combate às secas. A solução dos problemas da região sempre foi pautada na construção de barragens que, através do armazenamento de água amenizam em algumas áreas os efeitos nocivos da estiagem prolongada. Entretanto, a escassez de água potável para as populações residentes nos municípios e distritos do interior cearense, associada à demanda crescente da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) ainda é um expressivo problema, que vem desafiando as autoridades governamentais do Estado.

Com o intuito de encontrar soluções definitivas para tal situação o Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria dos Recursos Hídricos e suas vinculadas (COGERH, SOHIDRA), tem desenvolvido um programa de construção de barragens e adutoras associadas, através de programas especiais financiados com recursos externos como o PROURB-CE e PROÁGUA.

Além destes programas a SRH também vem implantando, através de outros programas, diversas adutoras com recursos do próprio estado, como é o caso do programa "Adutoras do Sertão".

Dando continuidade as ações desta natureza a SRH contratou os serviços de consultoria para a elaboração do Projeto Executivo do Sistema Adutor Serra do Félix, que tem como objetivo o abastecimento das comunidades Vila do Félix e Boqueirão do Cesário, situados no município de Beberibe, tendo como fonte hídrica o Canal do Trabalhador, construído em 1993, para reforçar o suprimento de água à RMF que, naquela ocasião, ameaçava entrar em colapso.

Destaca-se ainda que o sistema adutor em estudo, em seu trecho inicial comportara uma demanda adicional que atenderá em uma segunda etapa, as comunidades de Lagoa Queimada, Suçuarana, Surubim e Lagoa Comprida, também pertencentes ao município de Beberibe, localizadas nas proximidades da Serra do Félix.

2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

As localidades de Boqueirão do Cezário e Vila do Félix situam-se no município de Beberibe, inserido na microrregião de Cascavel, têm como coordenadas 4° 10' 47" de latitude sul e 38° 07' 50" de longitude oeste, e limitam-se ao norte com Oceano Atlântico, ao sul com Morada Nova, Russas e Palhano, ao leste com Aracati e Fortim e ao oeste com Cascavel e Ocara.

O acesso ao local pode ser feito, partindo de Fortaleza, pela rodovia BR-116 até o entroncamento desta com a BR-304, na localidade Boqueirão do Cezário. Outra alternativa de acesso é tomar a CE-040 até Aracati, de onde seguindo-se pela BR-304 chega-se a localidade Boqueirão do Cezário, daí percorre-se aproximadamente 7,5 km, por estrada carroçável até a localidade Vila do Félix. O Mapa de Localização, é apresentado na Figura 2.1, a seguir.

2.2 - CLIMA

A caracterização climática da região do Projeto do Sistema Adutor da Serra do Félix foi feita com base na estação meteorológica de Jaguaruana, por ser esta a estação mais próxima da área de influência do Projeto. Na sequência apresenta-se as características das principais grandezas meteorológicas da região em estudo.

a) Precipitação Pluviométrica

A região em estudo apresenta clima típico de regiões semi-áridas, caracterizado por uma pronunciada variabilidade temporal e espacial das chuvas. Há grande concentração da pluviosidade em poucos meses, o que torna a estação chuvosa bem definida. Cerca de 90% das chuvas ocorrem no primeiro semestre, sendo o período mais chuvoso o quadrimestre fevereiro/maio.

A precipitação média anual é da ordem de 727 mm, apresentando-se como trimestre mais úmido os meses de fevereiro, março e abril e o mais seco agosto, setembro e outubro.

b) Temperatura

O regime térmico da região é caracterizado por ser bastante uniforme durante o ano, apresentando média mínima de 21,1° C no mês de agosto e máxima de 34,1° C no mês de outubro.

c) Umidade Relativa

A umidade relativa média apresenta uma variação máxima de 15% ao longo do ano, referente aos meses de março (82%) e outubro (67%)

d) Insolação Média

Em termos anuais, no mesmo período, tem-se 2800,2 horas de exposição, podendo-se concluir de maneira aproximada que cerca de 60% dos dias do ano possuem incidência solar direta

e) Ventos

A velocidade do vento é medida nos horários sinóticos de observação, a uma altitude de 10 m em relação a estação. Da mesma forma, a direção do vento também é medida nos três horários sinóticos, indicando a direção de onde o vento se origina

A direção predominante dos ventos na região está no quadrante Este/Nordeste e sua velocidade média de 3,73 m/s

f) Evaporação

A evaporação média anual observada em tanque Classe "A" e de 2 141 mm

O trimestre que apresenta os maiores valores de evaporação corresponde a setembro/outubro/novembro, ocorrendo o máximo em outubro (249 mm). Observa-se que o comportamento da precipitação e da evaporação são inversamente proporcionais, com pequenas diferenças temporais entre máximos e mínimos de uma para outra

g) Sinopse Climática

Pluviometria Média Anual	726,87 mm
Evaporação Média Anual	2141 mm
Evapotranspiração Potencial(Hargreaves)	1721,8 mm
Insolação Média Anual	2800,2 h
Umidade Relativa Média Anual	73,3%
Temperatura Média Anual Média das Máximas	32,7°C
Temperatura Média Anual Média Compensada	26,5°C

Temperatura Média Anual Média das Mínimas 22,7°C

2.3 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS

A formação geológica característica da região é denominada Grupo Barreiras Indiviso, cuja cronologia é considerada do final do Terciário e início do Quaternário

O potencial hidrogeológico do Grupo Barreiras na Região do projeto é considerado bom, com poços fornecendo boas vazões. Os níveis impermeáveis de argila alteram bastante as condições de fluxo da água subterrânea, provocando, inclusive, o surgimento de fontes no sopé das encostas da Serra do Félix

Litologicamente a região caracteriza-se por um banco relativamente espesso de sedimentos areníticos, esbranquiçados e amarelados, pouco litificados, com estratificação indistinta e com níveis conglomeráticos, de matriz areno-argilosa caulínica e com uma cobertura arenosa inconsolidada, de granulação fina

Geologicamente a região ainda reflete a influência do falhamento de Orós, cuja extensão é de 150 km e de direção norte – sul. Na sua extremidade norte, condicionou a deposição de metassedimentos do grupo Ceará, que na região do Boqueirão do Cezário, encontra-se representada por uma crista quartzítica apenas, exibindo caracteres cataclásticos. Nesta zona observa-se uma espessa cobertura arenosa capeando os sedimentos cenozóicos. Sobre ela ocorrem frequentemente pequenas lagoas circulares em locais abaciados, dentro dos quais formaram-se depósitos de diatomáceas

Geomorfologicamente, o local da adutora se insere na unidade dos tabuleiros costeiros, caracterizados pela predominância de terras altas, com relevo dominante plano de declives poucos acentuados, desenvolvidos sobre materiais arenosos e areno-argilosos que possuem em comum, textura arenosa na superfície. Topograficamente, a superfície do local é esbatida ou horizontal, sendo os desníveis muito pequenos (0 a 3%)

Quanto à pedologia da área, foi constatado que na baixada, constituindo uma mancha sem maior expressão, ocorrem solos do tipo Hidromórfico Cinzento, próprios de ambientes com excesso de umidade durante parte do ano. Os tipos de solo dominantes do local da adutora são Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico e Areia Quartzosa Latossólica Distrófica

2.4 - ASPECTOS SÓCIO ECONÔMICOS

O principal objetivo do presente item é servir como referencial para o estabelecimento de um perfil sócio-econômico do município de Beberibe, dando-se destaque ao distrito de Serra do Felix e da localidade de Boqueirão do Cezário

As informações aqui apresentadas tem como base aquelas coletadas junto à Prefeitura de Beberibe e as comunidades a serem atendidas através das visitas de campo realizadas pela ESC – Engenharia, Serviços e Consultoria

2.4.1 - Distrito de Serra do Félix

A economia do Distrito está baseada no setor primário, com destaque para a exploração de castanha de caju e cera de carnaúba

O abastecimento de água em Serra do Félix é feito apartir de caixa d'água, poço profundo e chafariz, cuja qualidade d'água, segundo depoimentos é regular

No que se refere ao setor de saúde o distrito conta com um Posto de Saúde, um Dentista e um Enfermeiro

No setor de Educação conta com uma Escola de 1º grau até a 8º série funcionando os três turnos

Na área de comunicação conta com um Posto Telefônico e um Telefone Público

2.4.2 - Localidade de Boqueirão do Cezário

O abastecimento de água é feito através de carro pipa e poço profundo (Projeto São José), localizado na área do município de Russas

No setor de saúde a localidade de Boqueirão do Cezário conta com dois Postos de Saúde, sendo um no município de Russas e o outro no município de Beberibe o qual conta com três profissionais de saúde sendo um médico, um enfermeiro e um dentista

Com relação a Educação a localidade conta com dois grupos escolares sendo um no município de Beberibe e o outro no de Russas

2.5 - ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO

Considerado de maior importância para o abastecimento de água das populações urbanas, o Projeto do Sistema Adutor da Serra do Félix atenderá inicialmente as populações de Vila do Félix e Boqueirão do Cezário. Em uma segunda etapa serão atendidas as comunidades de Lagoa Queimada, Suçuarana, Surubim e Lagoa Comprida, que serão abastecidas por uma adutora de água derivada do Sistema Adutor implantado na 1ª fase, a partir da Estação de Tratamento de Água - ETA.

De acordo com o levantamento das populações dos distritos e localidades para abastecimento humano, realizado pela prefeitura de Beberibe, as populações atuais das localidades beneficiadas são as mostradas no Quadro 2.1 a seguir.

Quadro 2.1 – Dados da População no Ano 1998

DISTRITO/LOCALIDADES	Nº DE FAMÍLIAS	POPULAÇÃO (hab.)
Serra do Félix	336	2016
Boqueirão do Cezário	301	1806
Lagoa Queimada e Suçuarana	150	900
Surubim e Lagoa Comprida	120	900
TOTAL	907	5622

FONTE: Prefeitura de Beberibe

De acordo com o Quadro 2.1 têm-se 6 pessoas por residência, número superior a média usualmente utilizada em estudos similares que é de 5 hab/residência.

Na ausência de dados populacionais e de taxas de crescimento anteriores ao levantamento realizado pela Prefeitura a projeção populacional para o ano 2018, alcance deste projeto, foi estimada dobrando-se a população, procedimento este usualmente estabelecido pelas normas para abastecimento de água às pequenas comunidades. Os resultados encontrados são mostrados no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Populações para o Ano 2018

DISTRITO/LOCALIDADES	POPULAÇÃO (hab.)
Serra do Félix	4032
Boqueirão do Cezário	3612
Lagoa Queimada e Suçuarana	1800
Surubim e Lagoa Comprida	1800
TOTAL	11.244

3 - SISTEMA PROPOSTO

3.1 - PARÂMETROS BÁSICOS DO PROJETO

Os elementos que subsidiaram o presente estudo são os seguintes

- População em 1998 das localidades
 - Serra do Félix 2016 hab
 - Boqueirão do Cesário 1806 hab
 - Lagoa Queimada e Suçuarana 900 hab
 - Surubim e Lagoa Comprida 900 hab
- População das localidades no horizonte do projeto (ano 2018)
 - Serra do Félix 4032 hab
 - Boqueirão do Cesário 3612 hab
 - Lagoa Queimada e Suçuarana 1800 hab
 - Surubim e Lagoa Comprida 1800 hab
- População total em 2018 11 244 hab
- Consumo " Per Capita" (q) 150 l/hab/dia
- Coeficiente de variação de consumo
 - k_1 (coef do dia de maior consumo) 1,2
 - k_2 (coef da hora de maior consumo) 1,5
- Índice de atendimento 100%
- Alcance do Projeto 1998/2018 – 20 anos
- Demanda média (Q_m)

$$Q_m = \frac{P \times q}{86400}$$

P = População do Projeto

q = Consumo per capita

$$Q_m = \frac{11\,244 \times 150}{86400} = 19,52 \text{ l/s}$$

- Demanda Máxima Diária (Q_1)

$$Q_1 = k_1 \times Q_m \quad - \quad Q_1 = 1,2 \times 19,52 = 23,42 \text{ l/s}$$

- Demanda Máxima Horária (Q_2)

$$Q_2 = k_2 \times Q_m \quad - \quad Q_2 = 1,5 \times \overset{23,42}{19,52} = \overset{35,14}{29,28} \text{ l/s}$$

Com base nestes parâmetros, apresenta-se nos Quadros 3 1 a 3 5 a evolução da demanda total de água, a evolução da demanda de água para as comunidades a serem atendidas na 1ª etapa e para aquelas a serem atendidas na 2ª etapa do projeto

3 2 - VAZÃO DE PROJETO

Como definido no Relatório dos Estudos de Concepção a vazão de demanda média é de 19,52 l/s para 24 h de funcionamento, entretanto para reduzir os custos de bombeamento, esta Consultora propôs que o bombeamento diário fosse reduzido de 24 para 20 horas, portanto a vazão total do projeto passou a ser de 23.42 l/s

Este procedimento além de reduzir os custos de bombeamento durante toda a vida do projeto, permite ter-se uma folga diária de 4 horas que poderá ser utilizadas, em caso de crescimento inesperado das comunidades abastecidas, ou ainda dar uma sobrevida a adutora aumentando sua vida útil por mais alguns anos

No quadro 3 6 são apresentadas as vazões de projeto adotadas para o dimensionamento

3 3 - FONTE HÍDRICA

A fonte d'água do projeto será o Canal do Trabalhador nas proximidades de Serra do Félix com coordenadas 9507000 N e 594000E, que recebe água do rio Jaguaribe

Em relação ao abastecimento urbano, o volume captado será, de 615 609 m³/ano, beneficiando uma população de 11 244 habitantes no ano 2018, distribuídas nas localidades de Serra do Félix, Boqueirão do Cesário, Lagoa Queimada, Suçuarana, Surubim e Lagoa Comprida

QUADRO 3.1 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA PARA POPULAÇÃO TOTAL

(1ª e 2ª etapas)

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m ³ /ano	l/s	
1998	5622	307 804,50	9,76	11,71
1999	5820	318 645,00	10,10	12,12
2000	6026	329 923,50	10,46	12,55
2001	6238	341 530,50	10,83	13,00
2002	6458	353 575,50	11,21	13,45
2003	6686	366 058,50	11,61	13,93
2004	6921	378 924,75	12,02	14,42
2005	7166	392 338,50	12,44	14,93
2006	7418	406 135,50	12,88	15,46
2007	7680	420 480,00	13,33	16,00
2008	7951	435 317,25	13,80	16,56
2009	8231	450 647,25	14,29	17,15
2010	8521	466 524,75	14,79	17,75
2011	8822	483 004,50	15,32	18,38
2012	9133	500 031,75	15,86	19,03
2013	9455	517 661,85	16,41	19,69
2014	9788	535 893,00	16,99	20,39
2015	10134	554 836,50	17,59	21,11
2016	10491	574 382,25	18,21	21,85
2017	10861	594 639,75	18,86	22,63
2018	11244	615 609,00	19,52	23,42

QUADRO 3.2 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA – SERRA DO FÉLIX
 (1ª etapa)

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m3/ano	l/s	
1998	2016	110 376,00	3,50	4,20
1999	2087	114.263,25	3,62	4,34
2000	2161	118 314,75	3,75	4,50
2001	2237	122 475,75	3,88	4,66
2002	2316	126 801,00	4,02	4,82
2003	2397	131 235,75	4,16	4,99
2004	2482	135 889,50	4,31	5,17
2005	2570	140 707,50	4,46	5,35
2006	2660	145 635,00	4,62	5,54
2007	2754	150 781,50	4,78	5,74
2008	2851	156 092,25	4,95	5,94
2009	2952	161 622,00	5,13	6,16
2010	3056	167 316,00	5,31	6,37
2011	3163	173 174,25	5,49	6,59
2012	3275	179 306,25	5,69	6,83
2013	3390	185 602,50	5,89	7,07
2014	3510	192 172,50	6,09	7,31
2015	3634	198 961,50	6,31	7,57
2016	3762	205 969,50	6,53	7,84
2017	3895	213 251,50	6,76	8,11
2018	4032	220 752,00	7,00	8,40

000017

QUADRO 3.3 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA – BOQUEIRÃO DO CESÁRIO
(2ª etapa)

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m3/ano	l/s	
1998	1806	98 878,50	3,14	3,77
1999	1870	102 382,50	3,25	3,90
2000	1936	105 996,00	3,36	4,03
2001	2003	109 664,25	3,48	4,18
2002	2075	113 606,25	3,60	4,32
2003	2148	117 603,00	3,73	4,48
2004	2223	121.709,25	3,86	4,63
2005	2302	126 034,50	4,00	4,80
2006	2383	130 469,25	4,14	4,97
2007	2467	135 068,25	4,28	5,14
2008	2554	139 831,50	4,43	5,32
2009	2644	144 759,00	4,59	5,51
2010	2737	149 850,75	4,75	5,70
2011	2834	155 161,50	4,92	5,90
2012	2934	160 636,50	5,09	6,11
2013	3037	166 275,75	5,27	6,32
2014	3144	172 134,00	5,46	6,55
2015	3255	178 211,25	5,65	6,78
2016	3370	184 507,50	5,85	7,02
2017	3489	191 022,75	6,06	7,27
2018	3612	197 757,00	6,27	7,52

000018

QUADRO 3.4 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA DA 1ª ETAPA – SERRA DO FÉLIX E BOQUEIRÃO DO CESÁRIO

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m3/ano	l/s	
1998	3822	209 254,50	6,64	7,96
1999	3957	216.645,74	6,87	8,24
2000	4097	224 310,75	7,11	8,53
2001	4240	232 140,00	7,36	8,83
2002	4391	240 407,25	7,62	9,15
2003	4545	248 838,75	7,89	9,47
2004	4705	257 589,75	8,17	9,80
2005	4872	266 742,00	8,45	10,15
2006	5043	276 104,25	8,75	10,50
2007	5221	285 849,75	9,06	10,87
2008	5405	295 923,75	9,38	11,26
2009	5596	306 381,00	9,71	11,65
2010	5793	317 166,75	10,05	12,07
2011	5997	328 335,75	10,41	12,49
2012	6209	339 942,75	10,78	12,93
2013	6427	351 878,25	11,15	13,39
2014	6654	364 306,50	11,55	13,86
2015	6909	378 267,75	11,99	14,39
2016	7132	390 477,00	12,38	14,85
2017	7384	404 274,00	12,82	15,38
2018	7644	418 509,00	13,27	15,92

000019

QUADRO 3.5 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA DA 2ª ETAPA – LAGOA QUEIMADA, SUÇUARANA, SURUBIM E LAGOA COMPRIDA

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m3/ano	l/s	
1998	1800	98 550,00	3,12	3,75
1999	1864	102 054,00	3,23	3,88
2000	1930	105 667,50	3,35	4,02
2001	1998	109 390,50	3,47	4,16
2002	2068	113 223,00	3,59	4,31
2003	2140	117 165,00	3,72	4,46
2004	2216	121 326,00	3,84	4,62
2005	2294	125 596 50	3,98	4,78
2006	2376	130 086,00	4,13	4,95
2007	2458	134 575,50	4,26	5,11
2008	2546	139 393,50	4,42	5,30
2009	2636	144 321,00	4,57	5,49
2010	2728	149 358,00	4,74	5,68
2011	2824	154 614,00	4,90	5,88
2012	2924	160 089,00	5,08	6,09
2013	3028	165 783,00	5,26	6,31
2014	3134	171 586,50	5,44	6,53
2015	3244	177 609,00	5,63	6,76
2016	3358	183 859,50	5,83	6,99
2017	3478	190 420,50	6,04	7,25
2018	3600	197 100,00	6,25	7,50

Quadro 3.6 – Vazões de Projeto

LOCALIDADE	POPULAÇÃO (hab)	VOLUME NECESSÁRIO (l/dia)	VAZÃO PARA 24 HORAS (l/s)	VAZÃO PARA 20 HORAS (l/s)
SERRA DO FÉLIX	4032	604 800,00	7,00	8,40
BOQUEIRÃO DO CEZÁRIO	3612	541 800,00	6,27	7,52
SURUBIM E LAGOA COMPRIDA	1800	270 000,00	3,125	3,750
LAGOA QUEIMADA E SUÇUARANA	1800	270 000,00	3,125	3,750
TOTAIS	11.244	1.686.600,00	19,52	23,42

4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

4.1 - GENERALIDADES

As diversas alternativas estudadas (ver Tomo III – Relatório dos Estudos de Concepção) visando a solução mais viável, tanto técnica como economicamente, para o Sistema Adutor da Serra do Félix, dizem respeito

- ✓ Traçado do sistema,
- ✓ Diâmetro econômico,
- ✓ Material empregado na tubulação

No que tange à captação não foi estudada nenhuma alternativa uma vez que a fonte hídrica será o canal do trabalhador e o local de captação mais viável economicamente será o ponto mais próximo das comunidades a serem atendidas. Mesmo assim, analisou-se o trecho do canal do trabalhador mais próximo para definir se foi construído em corte ou em aterro. Foi verificado que no local da interseção entre o Canal e a estrada de acesso – Vila do Félix/Lagoinha – este está praticamente no nível do terreno natural, constituindo-se, portanto, num ponto ideal para instalar-se a captação.

4.2 - ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

Após análise detalhada da base cartográfica disponível e visitas ao campo, para definições das alternativas de traçado do sistema adutor, relativo a primeira fase do projeto, já que o traçado da segunda fase não faz parte do presente contrato, esta Consultora não encontrou variantes significativas de traçados alternativos.

As principais condicionantes que nortearam a escolha do traçado foram a topografia, a geotecnia, a existência de rede elétrica e de estradas que poderão ser margeadas pela adutora, para facilitar a manutenção desta, e minimizar eventuais custos de desapropriação.

O traçado básico a ser apresentado na Figura 4.1 (Cartas da SUDENE – escala 1:100.000 – folhas de Beberibe e Bonhu), tem uma extensão total de 18,35 km desde o Canal do Trabalhador até a localidade de Boqueirão do Cezário. A primeira comunidade a ser atendida, Vila do Félix encontra-se posicionada a 8,0 km do local onde deverá ser instalada a captação.

100023



LEGENDA

- Adutora 1ª Etapa
- Adutora 2ª Etapa

Figura 4.1
Traçado Básico do Sistema Adutor
esc: 1:100.000

Na altura da Vila do Felix definiu-se um traçado alternativo para a localização da ETA e de um reservatório. A partir deste ponto o abastecimento das comunidades poderá ser gravitatório. Estes traçados foram escolhidos para desenvolver o estudo de alternativas.

4.3 - ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO

4.3.1 - Considerações Iniciais

No Relatório dos Estudos de Concepção, citado anteriormente, foram estudadas duas alternativas de adução, cujos desenhos esquemáticos são apresentados nas Figuras 4.2 e 4.3. As diferenças básicas das alternativas foram o material da tubulação e o número de estações elevatórias. Em cada uma delas foram estudados os diâmetros econômicos, sendo 200 mm, 150 mm e 100 mm para tubos de ferro fundido e RPVC.

Os custos de investimentos foram compostos da seguinte maneira:

- ✓ custo da tubulação: custo/m de tubo multiplicado pelo comprimento da adutora acrescido em 2% relativo a perdas,
- ✓ custo dos equipamentos de proteção, estimados em 20% do custo da tubulação,
- ✓ custo dos conjuntos elevatórios,
- ✓ custo das obras civis estimados em 35% dos custos das eletro-bombas,
- ✓ custo dos equipamentos hidro-eleto-mecânicos, estimados em 90% dos custos das eletro-bombas,

Os custos anuais foram estimados levando-se em consideração os gastos com energia elétrica, custos de operação e manutenção e a recuperação de capital. Os critérios e parâmetros utilizados na composição destes custos foram:

- ✓ vida útil: 50 anos para a tubulação e obras civis, 15 anos para as bombas e equipamentos hidro-mecânicos e 25 anos para os equipamentos eletro-mecânicos,
- ✓ as tarifas elétricas consideradas nos custos com energia foram R\$ 0,058/kWh para consumo e R\$ 4,76/kW para a demanda,
- ✓ número de horas de bombeamento diário: 20,

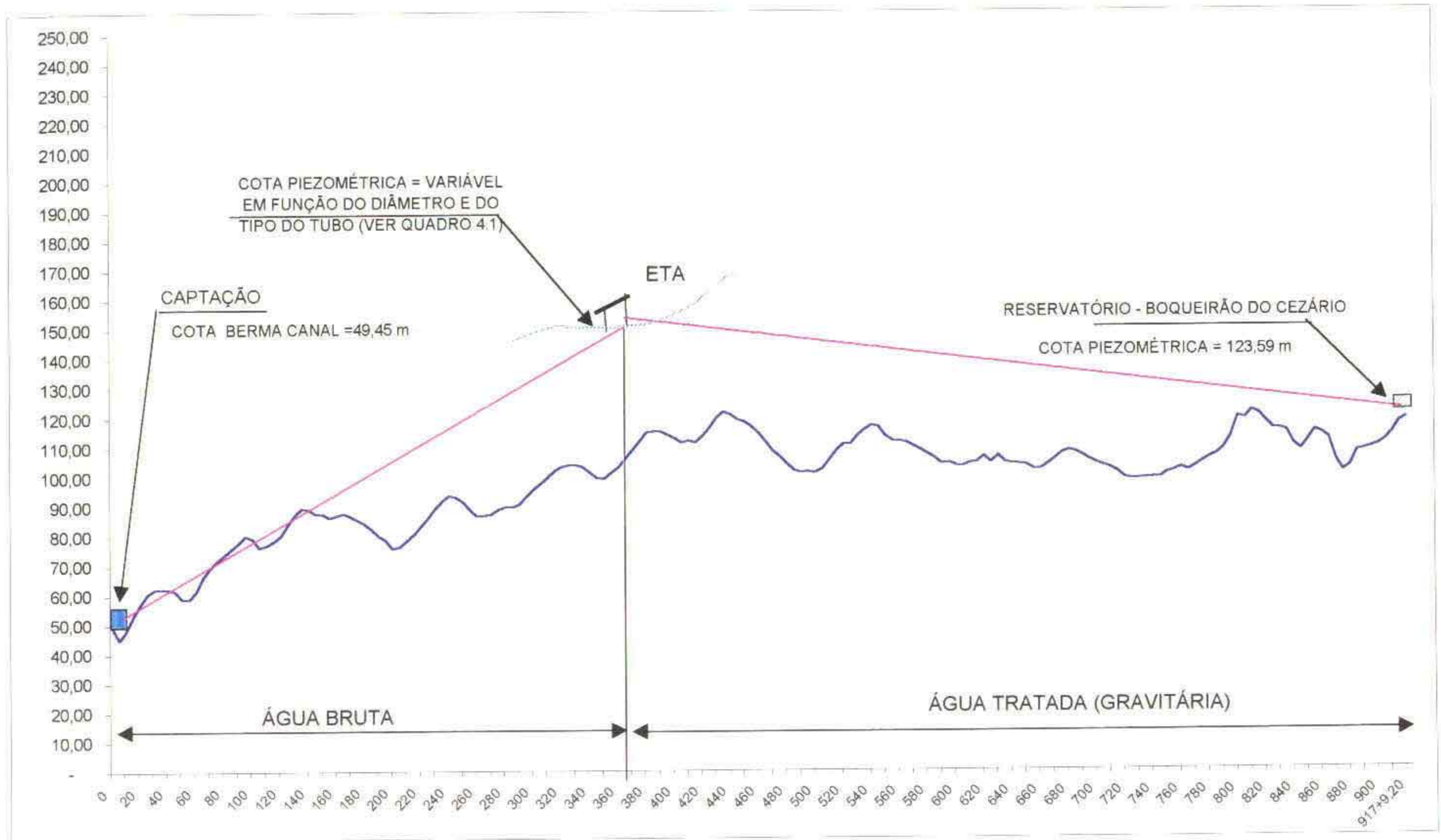


FIGURA 4.2 - ALTERNATIVA 1 - DESENHO ESQUEMÁTICO

100025

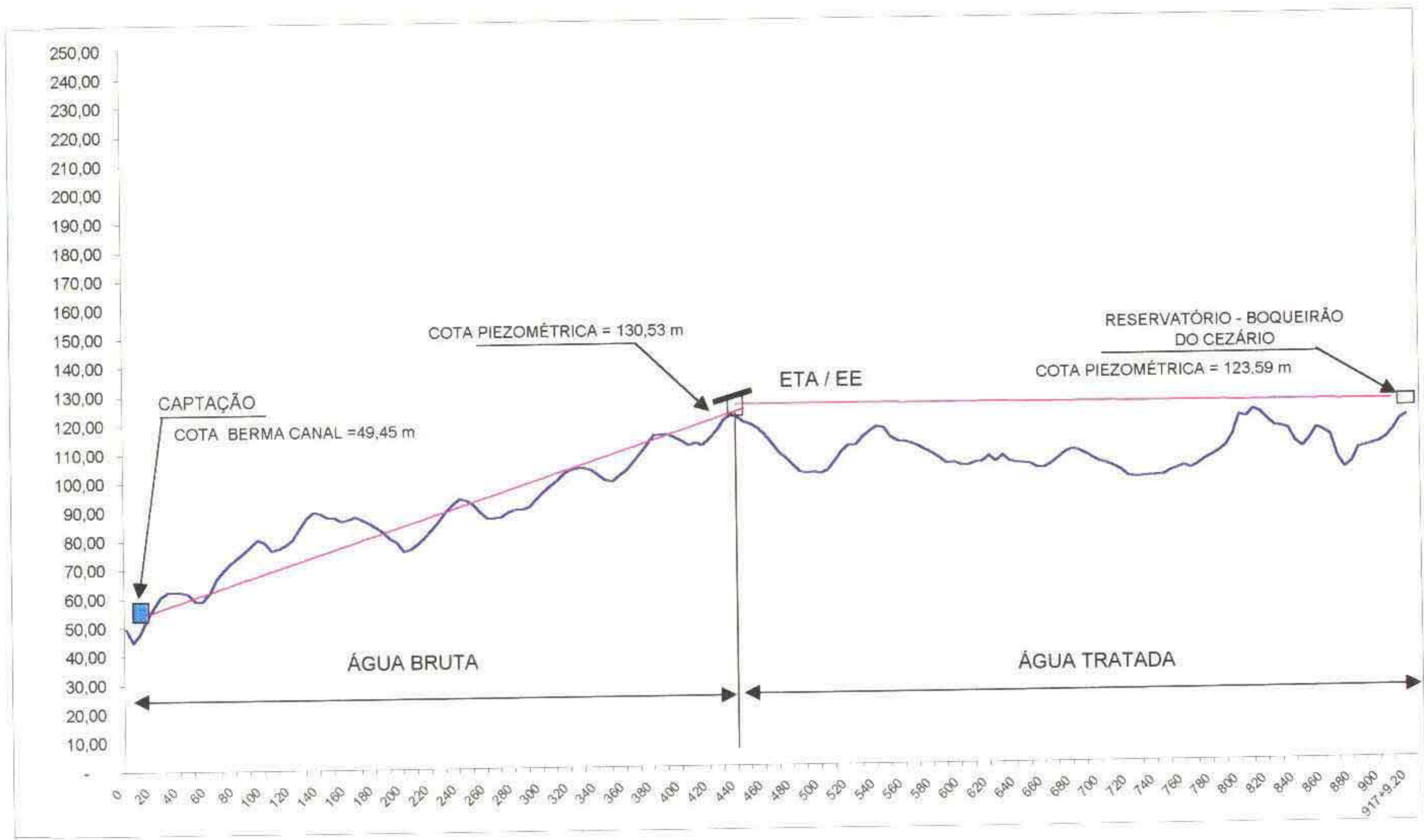


FIGURA 4.3 - ALTERNATIVA 2 - DESENHO ESQUEMÁTICO

930000

- ✓ os custos com a operação do sistema foram estimados, tendo em vista 2 funcionários para a captação (nas alternativas 1 e 2), 2 funcionários para a ETA (alternativa 1) e 3 funcionários para a ETA e Estação Elevatória (alternativa 2) Considerou-se que o custo mensal de cada funcionário seria de 3 salários mínimos (R\$ 390,00) mais 95% de obrigações sociais,
- ✓ os custos de manutenção foram estimados em 3% do investimento inicial para tubulação de ferro fundido e obras civis, 5% para tubulação em RPVC e PVC, e 10% dos equipamentos hidro-eleto-mecânicos,
- ✓ a recuperação de capital foi estimada considerando-se uma taxa de juros de 12% a a e a vida útil dos itens de composição dos custos

Faz-se nos sub-itens que se seguem uma descrição de cada uma das alternativas de adução estudadas

4.3.2 - Alternativa 1

Esta alternativa é composta de uma estação elevatória na margem do canal que pressurizará a adutora de água bruta, com extensão variável entre 7980m e 8300m segundo o diâmetro escolhido até o reservatório e a ETA localizados na Serra do Félix numa derivação da adutora denominada "Trecho de ligação" A partir da ETA a água tratada será conduzida, gravitariamente até Boqueirão do Cezário através de uma adutora de comprimento variável segundo o diâmetro utilizado Esta solução por resultar em pressões elevadas, no trecho sob pressão, devido ao desnível geométrico aliado as perdas da carga e exigirá tubos de alta classe de pressão

4.3.3 - Alternativa 2

Esta solução é composta de dois bombeamentos sendo o primeiro (EE1) instalado na margem do canal que recalcará a água até a ETA localizado em ponto alto, do traçado básico, nas proximidades de Vila do Félix A partir da ETA a água será aduzida até Boqueirão do Cezário através de um segundo bombeamento (EE2) Esta solução por ser composta de bombeamentos com pressões menores possibilitará a utilização de tubos com pressão de serviço mais baixa e conseqüentemente custos de implantação menores

4.3.4 - Escolha da Alternativa

Para cada alternativa definida, foram estudadas diversas variantes como objetivo de definir o diâmetro econômico

Definido o diâmetro econômico de cada alternativa estas foram comparadas entre si e verificou-se que a alternativa com menor custo anual foi a **alternativa 1 F**, caracterizada por ter um único bombeamento, com tubulação em RPVC de 200mm para o trecho de água bruta e em PVC de 150mm para o trecho de água tratada

Portanto recomendou-se a adoção da alternativa citada, destacando-se ainda que, a adoção de um único bombeamento, e a localização da ETA na cota 139,53m , permitirá que a adução da água a partir da ETA seja gravitária, não só para a localidade de Boqueirão do Cesário, como também para a localidades a serem atendidas na segunda etapa de implantação do sistema

5 - DETALHAMENTO DO PROJETO

5.1 - GENERALIDADES

Conforme o exposto no capítulo anterior, a alternativa selecionada para o detalhamento do projeto que atenderá uma população, prevista até o ano de alcance do projeto (2018), de 11 244 habitantes, e que será implantada em duas etapas apresenta como características principais

- ✓ Um único bombeamento,
- ✓ Um trecho sob pressão com extensão aproximada de 8,05 km e diâmetro igual a 200 mm, que conduzirá água bruta,
- ✓ Um trecho gravitário com extensão de 11,44 km e diâmetro igual 150 mm, que conduzirá água tratada

O sistema adutor a ser implantado na 1ª etapa é composto de uma captação, uma adutora de água bruta (em recalque), uma estação de tratamento de água (ETA), e uma adutora de água tratada (gravitária)

A adutora de água bruta aduzirá uma vazão de 23,42 l/s, desde a captação, no canal do trabalhador até a Estação de Tratamento de Água (ETA) situada na Serra do Félix

A adutora de água tratada conduzirá uma vazão de 15,72 l/s até a Vila do Félix, em um trecho de 1370 m e 7,53 l/s até Boqueirão do Cesário em uma extensão de 10023 m

A implantação da segunda etapa restringir-se-á aos equipamentos de bombeamento e hidromecânicos, no ano de 2009

5.2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

5.2.1 - Captação

A captação, (ver desenho DEADSFHIPECA-01/04) conforme já apresentado anteriormente, localiza-se na interseção entre o canal do trabalhador e a estrada de acesso – Vila do Félix/Lagoinha Neste local a cota do fundo do canal é 46,40 m, a cota de berma de 49,45m e o nível d'água está na cota 47,75 m A estação de bombeamento localizada nas proximidades da Estaca 01 tem seu piso na cota 49,60

A captação e composta de

- a) uma plataforma de sucção (ver Desenho DEADSFHIPECA-02/04) localizada na margem esquerda do canal, que permite captar a água em boas condições, através de tubulações em PEAD – DN 150 mm, com comprimento de 30,0 m e pressão de serviço de $0,6 \text{ kg/cm}^2$,
- b) uma estação elevatória composta basicamente de uma casa de bombas e comando, uma subestação elétrica, uma caixa de medição de vazão e uma caixa de equipamentos de proteção Todos os elementos retrocitados estão respectivamente apresentados, nos desenhos DEADSFHIPECA-03/04, DEADSFHIPECA-04/04, e DEADSFSECASE-03/07

A casa de bombas abrigará na 1ª etapa dois conjuntos eletrobombas, sendo um (1) ativo e um (1) reserva, e na segunda três (3) conjuntos (dois ativos e um de reserva)

Os Conjuntos Eletrobombas tem as seguintes características

- vazão total 23,42 l/s
- vazão unitária 11,71 l/s
- altura monométrica 124,26 m c a
- potência calculada 44,91 CV
- potência adotada 50,00 CV
- bomba selecionada
 - marca KSB
 - modelo MEGANORM-50-250
 - rotação 3 500 rpm
 - rotor (aço inoxidável) 260 mm
 - rendimento 54%

11,65

Destaca-se que a vazão nominal unitária de 11,71 l/s deverá atender a população até o ano 2009 (ver quadro 3 4 apresentando no Capítulo 3), sendo necessário somente a instalação de duas unidades de bombeamento (1 ativa + 1 reserva) Nesse ano, para suprir a demanda do projeto, deveria ser instalado mais uma unidade (2 ativa + 1 reserva) Considerando-se que os equipamentos de bombeamento têm vida útil de 10 anos, também no ano de ampliação da vazão do projeto poderão ser substituídos os conjuntos eletrobombas que se encontram em funcionamento

5.2.2 - Sistema Adutor

O sistema de adução é composto de duas (2) adutoras, sendo que a primeira com extensão de 8 048 m conduzindo água bruta e a segunda com comprimento de 11 393 m conduzindo água tratada

5 2 2 1 – Adutora de Água Bruta

Totalmente pressurizada, tem seu início na Estação de Bombeamento (EB) e, termina na Estação de Tratamento de Água (ETA) Tem vazão de 11,71 l/s na 1ª etapa e de 23,42 l/s na segunda

Esta adutora (ver Desenhos DEADSFHIPE00-01/18 a DEADSFHIPE00-08/18) e composta por dois trechos com as características seguintes

1º Trecho

• Material previsto	RPVC (classe 16)
• Diâmetro nominal	200 mm
• Diâmetro interno	195 mm
• Velocidade da água	
– 1ª etapa	0,39 m/s
– 2ª etapa	0,78 m/s
• perda de carga linear	
– 1ª etapa	0,00077 m/m
– 2ª etapa	0,00277 m/m
• comprimento	7 867,72 m

2º Trecho

• Material previsto	ferro fundido (K7)
• Diâmetro nominal	200 mm
• Diâmetro interno	211,20 mm
• Velocidade da água	
– 1ª etapa	0,33 m/s
– 2ª etapa	0,59 m/s
• perda de carga linear	
– 1ª etapa	0,00059 m/m
– 2ª etapa	0,00180 m/m
• comprimento	180 m

5 2 2 2 – Adutora de Água Tratada

Iniciando-se na ETA, esta adutora (ver Desenhos DEADSFHIPE00-08/18 a DEADSFHIPE00-18/18) aduz a vazão até a localidade de Boqueirão do Cesário, com comprimento total de 1 438 m e vazão máxima de 15,92 l/s, e se divide em dois trechos

O trecho 1 por sua vez é composto de dois sub-trechos O primeiro sub-trecho inicia-se na ETA, tem comprimento de 160 m, previsto em ferro fundido e deverá ser aéreo O segundo sub-trecho ligado ao primeiro, termina no local previsto para a implantação de um chafariz na Vila do Félix, com comprimento de 1210 m

Suas principais características são

Trecho 1

• Vazão	15,92 l/s
• Material previsto	FºFº (sub-trecho 1) / PVC – PN 60 (sub-trecho 2)
• Diâmetro nominal	150 mm
• Diâmetro interno	159,60 mm ((sub-trecho 1))/156,40mm((sub-trecho 2))

- Velocidade da água 0,80 m/s (sub-trecho 1)/0,83 m/s (sub-trecho 2)
- Perda de carga linear 0,00469 m/m (sub-trecho 1)/ 0,00397 m/m (sub-trecho 2)
- Comprimento Total 1 370 m

O segundo trecho aduz a água até o reservatório de Boqueirão do Cesário e tem com características as especificadas a seguir

Trecho 2

- Vazão ^{7,56} 7,53 l/s
- Material previsto PVC-PN 60
- Diâmetro nominal 150 mm
- Diâmetro interno 156,40 mm
- Velocidade da água 0,83 m/s
- Perda de carga linear 0,00397 m/m
- Comprimento Total 10 068 m

5.3 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA

Os equipamentos de proteção e limpeza instalados ao longo dos vários trechos da adutora e nas estações de bombeamento serão

- Registros de descarga, localizados nos pontos mais baixos que permitirão o esvaziamento de toda ou parte da tubulação, para limpeza e manutenção (Desenho DEADSFHIPEOC-01/02),
- Ventosas de tríplex função, nos pontos altos (Desenho DEADSFHIPEOC-01/02),
- Válvula antecipadora de ondas, localizada no início do trecho em recalque,
- Válvula de retenção, e
- Blocos de ancoragem (Desenho DEADSFHIPEOC-02/02)

5.3.1 - 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.

5.3.2 - Ventosas de Tríplice 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 aríete.

5.3.3 - Válvulas de Retenção

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

5.3.4 - Válvula Antecipadora de Onda

Este equipamento localizado no início do trecho em recalque, perto da estação de bombeamento, tem como finalidade proteger os equipamentos hidráulicos das ondas de choque ou "golpe de aríete", provocadas pelos transientes hidráulicos, quando da parada brusca das bombas. Foram previstas uma unidade, montada em paralelo à adutora, por medida de segurança, permitindo também a sua manutenção sem interromper o fluxo da água.

5.3.5 - Blocos de Ancoragem

As ancoragens são blocos de concreto que absorvem os esforços originados nas mudanças de direção da adutora. Face a grande variação de pressão existente ao longo da tubulação, os blocos de ancoragem foram agrupados por faixas de pressão e por tipo de peça. Na Memória de Cálculo, apenas a este relatório, estão apresentadas as dimensões de cada bloco-tipo para as diferentes faixas de pressão.

5.4 - RESERVATÓRIOS

5.4.1 - Reservação da ETA

O reservatório (ver Desenhos DEADSFHIPEET-06/07 a DEADSFHIPEET-07/07) foi dimensionado para atender as populações das localidades objeto do presente projeto e também as localidades que deverão ser abastecidas em segunda etapa pelo mesmo sistema totalizando 11 244 hab, ou seja

- Volume consumido diariamente (pop total) 686,6 m³
- Volume a armazenar (1/3 do volume diário) 562,20 m³
- Volume adotado 500 m³

5.4.2 - Reservação em Boqueirão do Cesário

Apesar da reservação prevista em Serra do Felix ser suficiente para o sistema, optou-se por dotar a localidade de Boqueirão do Cesário de mais um reservatório (ver Desenhos DEADSFHIPERC-01/03 a DEADSFHIPERC-03/03) para dar maior flexibilidade ao sistema e reservar aproximadamente 1/3 do consumo diário, desta localidade

- Consumo diário 541,80 m³
- Reservação 180 m³
- Reservatório Adotado 150 m³

5.5 - ESTUDOS DOS TRANSIENTES HIDRAULICOS

5.5.1 - Generalidades

Face ao pequeno diâmetro da adutora e ao tipo de material utilizado é muito improvável que aconteça um colapso nesta, devido aos transientes hidráulicos. Todavia, para a proteção da adutora, e conseqüentemente da estação de bombeamento, foi feito um estudo de transientes no trecho em recalque apresentado a seguir

Os equipamentos de proteção previstos foram aqueles citados anteriormente, não sendo necessário a utilização de outros equipamentos especiais

5.5.2 - Fundamento Teórico

Em um sistema de tubulação, como no caso de uma adutora, a mudança de um regime permanente para um não-permanente, pode ocorrer devido a uma variação nas condições de contorno (fronteira), como por uma parada do sistema de bombeamento por falta de energia ou pelo fechamento de uma válvula (Wylie e Streeter, 1978) ¹

O termo transiente (ou transitório) hidráulico é aplicado ao escoamento de um fluido em regime não permanente, no qual as variáveis dependentes (pressão e velocidade) são função de espaço e tempo. Quando o fluido é a água, este fenômeno é denominado golpe de aríete.

De acordo com Righeto e Lessa (1985) ² um transitório hidráulico é analisado por meio das equações da continuidade e da quantidade de movimento aplicadas a um volume de controle durante a ocorrência do escoamento não permanente. A metodologia apresentada por estes autores foi a utilizada para a análise dos transientes hidráulicos do Sistema Adutor Serra do Félix, conforme discussão a seguir.

5.5.3 - Metodologia

a) Equações Fundamentais

As equações que governam o escoamento dos fluidos são duas, representando a conservação da quantidade de movimento e da massa (ou continuidade).

A equação que representa o balanço de energia, ou da quantidade de movimento para o escoamento de um líquido é

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} + f \frac{V |V|}{2D} = 0 \quad (1)$$

onde

$H(x,t)$ = carga ou altura piezométrica (m),

$V(x,t)$ = velocidade média (m/s),

¹ Wylie, E B e Streeter, V L. 1978 - "Fluid Transients". Ed. McGraw-Hill Inc.

² Righeto, A M e R C Lessa, 1985 - "Golpe de Aríete em Tubulações de Recalque". Boletim de Hidráulica e Saneamento, Esc. De Eng. São Carlos - USP, Nº 2. Pp 33.

- D = diâmetro da tubulação (m),
f = coeficiente de atrito de Darcy-Weisbach,
g = aceleração da gravidade (m/s²),
x,t = variáveis independentes (espaço e tempo)

A equação da continuidade é dada pela seguinte expressão

$$V \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} - V \frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

onde

- Z = carga ou altura geométrica (m)
a = celeridade calculada pela fórmula de Allievi (m/s)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{(48,3 + k \frac{D}{e})}}$$

onde

- D = diâmetro do tubo (m),
e = espessura do tubo (m),
k = coeficiente de elasticidade do tubo

b) Solução das Equações Fundamentais

Existem várias metodologias para a solução simultânea das equações do movimento (equações (1) e (2))

Neste trabalho foi utilizado o programa desenvolvido na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo pelos professores Podalyro Amaral de Sousa, José Rodolfo Scarati Martins e Francisco Martins Fadiga Junior baseado no método das características

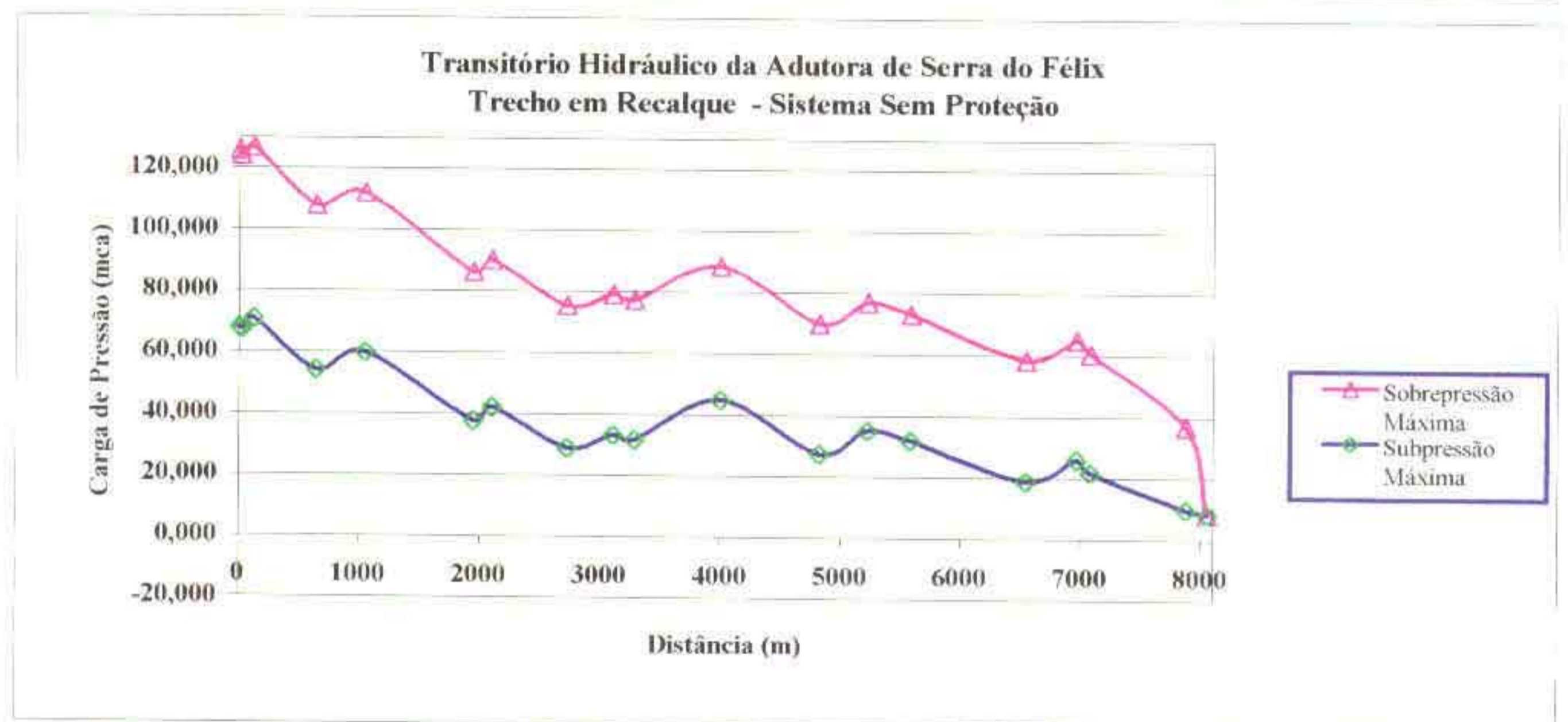
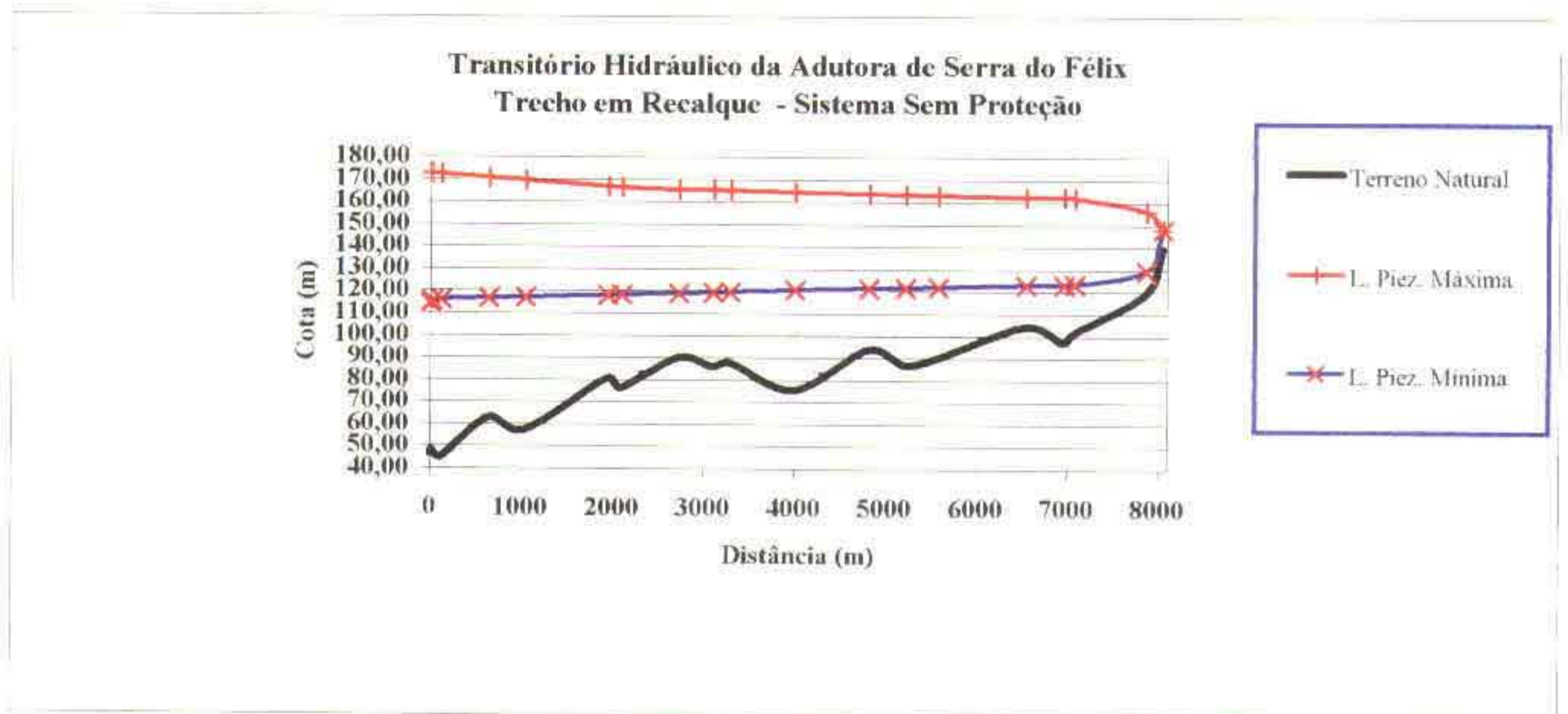
Os resultados das simulações estão mostrados no quadro e nas figuras a seguir, e o estudo completo dos transientes hidráulicos encontra-se na Memória de Cálculo apresentada no Anexo

ESC - Engenharia
 Soares e Guimarães

Resultados em Função do Perfil do Terreno Natural e do Transitório Hidráulico Calculado								
SISTEMA ORIGINAL SEM PROTEÇÃO CONTRA O GOLPE DE ARIETE - ANÁLISE PRELIMINAR								
Estaca	Dist da EE	Cota	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Max	Amplitude	Observação
0	0	46,40	171,75	113,65	125,350	67,250	58,100	RPVC
1	20	48,25	171,70	114,90	123,450	66,650	56,800	RPVC
6	120	45,28	171,41	115,41	126,180	70,180	56,000	RPVC
32	640	62,52	169,93	116,02	107,410	53,500	53,910	RPVC
52	1042,97	57,26	168,80	116,48	111,540	59,220	52,320	RPVC
97	1942,97	80,50	166,28	117,56	85,750	37,060	48,690	RPVC
104+11,68	2094,65	76,08	165,82	117,70	89,740	41,620	48,120	RPVC
136	2722,97	89,99	164,91	118,46	74,920	28,470	46,450	RPVC
155	3102,97	86,11	164,62	118,89	78,510	32,780	45,730	RPVC
164	3282,97	87,78	164,48	119,09	76,700	31,310	45,390	RPVC
200	3997,09	75,63	163,66	120,00	88,030	44,370	43,660	RPVC
241	4817,09	93,79	163,12	120,76	69,330	26,970	42,360	RPVC
261	5217,09	86,51	162,78	121,20	76,270	34,690	41,580	RPVC
279	5577,09	90,00	162,55	121,52	72,550	31,520	41,030	RPVC
327	6537,09	104,10	161,83	122,39	57,730	18,290	39,440	RPVC
348	6957,09	97,11	161,61	122,67	64,500	25,560	38,940	RPVC
354	7077,09	101,49	161,44	122,79	59,950	21,300	38,650	RPVC
393	7867,72	119,30	155,67	128,78	36,370	9,480	26,890	RPVC
402= Câm Carga	8047,72	139,53	147,53	147,53	8,000	8,000	0,000	FoFo

CONTROLE
 RG-ADSI-GE-PE-VI-OCT 99

000038



5.6 - 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

b) Cargas Previstas

As subestações transformadoras, classe 15 kV, serão 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

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	SUBESTAÇÃO
EE-1 Captação	112,5 kV – 13800/380/220V
EE-2 - ETA	15 kVA – 13800/380/220V

c) Proteção Primária

Os motores elétricos deverão ser totalmente fechados com ventilador externo, grau de proteção mínimo IP – 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 hastes de terra cobreada, 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

As chaves de comando e proteção dos motores serão instalados em quadros de chapa metálica de espessura mínima 2,0 mm (12 USG), estrutura autoportante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção dos 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

5.7 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

É composta basicamente de 2 filtros de areia de fluxo ascendente, a serem instalados na 1ª etapa e a partir do ano 2009 será instalado mais um filtro totalizando 3 unidades, uma câmara de carga, que assegura uma boa distribuição de água nos filtros, uma casa de química que abrigará os kit's dosadores de produtos químicos e um laboratório para preparação das soluções que serão utilizados no tratamento químico da água, um reservatório apoiado de 500 m³ (ver item 5.4), e finalmente uma estação elevatória para lavagem dos filtros (ver item 5.7.2.6)

Todos os elementos que compõem a ETA estão respectivamente apresentados, nos desenhos DEADSFHIPEET-01/07 a DEADSFHIPEET-07/07

Face a configuração topográfica e aos elevados custos de construção de uma estação de tratamento convencional, a Consultora optou por dimensionar um sistema compacto de tratamento d'água. Os equipamentos escolhidos para fins de quantificação e custos são da "Hemfibra", sendo que quaisquer equipamentos similares que tenham especificações técnicas semelhantes e se propunham a garantir a qualidade do afluente, poderão substituí-los

Estes sistemas possuem a vantagem de serem modulares, portanto oferecem oportunidade de ampliação, quando necessário, e apresentam grande eficiência em termos de remoção de turbidez e cor, além de serem de fácil operação

5.7.1 - Processo de Tratamento

De acordo com as características físico-químicas da água a ser tratada, serão utilizados 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.

Os filtros serão utilizados para tratamento de água cuja cor apresenta 15,0 UM e turbidez 1,8 UT, após receber o tratamento com os filtros, a água deverá apresentar-se dentro dos padrões de potabilidade.

5.7.1.1 - Descrição de Funcionamento do Filtro

Combinando as funções de clarificação e filtração numa única 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 água coagulada no mecanismo de neutralização de cargas entra na parte inferior do filtro, numa câmara central, de onde através de difusores especiais, é distribuída uniformemente na camada de pedregulho, na qual ocorrem, fundamentalmente, as operações de floculação por contato e a sedimentação resultando uma espécie de manto de lodo, responsável principalmente pelo elevado desempenho do filtro. Na areia, o princípio lógico da filtração é mantido, já que a água com maior quantidade de impurezas encontra inicialmente as subcamadas, com vazios intergranulares de tamanhos maiores.

Assim, a água vai melhorando de qualidade em seu escoamento ascendente pois, na parte superior, devido aos menores grãos de areia, os vazios intergranulares são muito pequenos e retêm impurezas microscópicas tais como, microorganismos em geral e partículas 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.

5 7 1 2 – Lavagem dos Filtros

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

5 7 1 3 – 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), determinação de cõr, turbidez, pH e cloro residual

5.7.2 - Caracterização das Unidades do Sistema

5 7 2 1 – 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, barrilete 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

a) modelo	250
b) diâmetro (m)	2,50
c) altura total (m)	4,00
d) tubulação de entrada (mm)	100
e) tubulação de saída (mm)	200
f) tubulação de descarga da lavagem (mm)	200
g) tubulação de alimentação da água de lavagem (mm)	200

h) dreno de fundo (descarga) (mm)	150
i) entrada da água de lavagem da interface (mm)	150

5 7 2 2 – Barrilete

O barrilete de manobras e interligações a ser fornecido é projetado para atender a 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, fabricados em ferro fundido com anéis vedantes em bronze e haste com porca em aço inox Padrão DIN, pressão de trabalho 15 P S

As tubulações e válvulas são dimensionadas de acordo com as Normas para elaboração de projetos de ETA's

5 7 2 3 – Escada

A escada será em tubo de aço 0 1 1/4", revestido em gel "COAT" com degraus em liga de alumínio e cobre

5 7 2 4 – Material Filtrante para cada Unidade

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

a) Leito de Contato

De 25,4 a 38,0 m	15,0 cm
De 15,87 a 25,4 mm	7,5 cm
De 6,4 a 12,7 mm	7,5 cm
De 2,4 a 4,8 mm	20,0 cm
De 6,4 a 12,7 mm	7,5 cm
De 12,7 a 19,0 mm	7,5 cm

b) Leito Filtrante

Espessura da camada	1,60 m
Granulometria	0,60 a 2,0 mm
Tamanho efetivo	0,80 – 0,85 mm
Coefficiente de desuniformidade	1,5 a 1,7

5 7 2 5 – Câmara de Carga

Para assegurar a taxa de filtração adotada em projeto 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 II	1
Diâmetro (mm)	700
Altura total (mm)	6 800
Diâmetro da Tubulação de alimentação (mm)	100
Diâmetro de Tubulação do extravasor (mm)	100
Diâmetro do Bocal de saída (distrib)	100
Diâmetro do Bocal de descarga (mm)	50

5 7 2 6 – Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros

A casa de bombas abrigará três conjuntos eletrobombas, sendo dois (2) ativos e um (1) reserva com as seguintes características

• vazão unitária	0,074 m ³ /s
• altura monométrica	16,70 m c a
• potência calculada	24,14 CV
• potência adotada	20,00 CV

- bomba selecionada

- marca KSB
- modelo MEGANORM-125-200
- rotação 1 750 rpm
- rotor (aço inoxidável) 208 mm
- rendimento 82%

6 - EQUIPE TÉCNICA

- Coordenação

- Elianeiva de Queiroz Viana Odísio

CREA 7070 D

- Elaboração

- Nilta Maria Fontenele

CREA 4125 D/Ce

- Telma Rocha Torreão

CREA 10353 D/Pe

MEMÓRIA DE CÁLCULO

1- Estação Elevatória EE1 (Captação)

1.1- Perdas de Carga nas Tubulações

As perdas de carga nas tubulações foram calculadas através da fórmula de Hazen-Williams:

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

onde: J = perda de carga unitária (m/m)

Q = Vazão do trecho (l/s)

C = Coeficiente de rugosidade do material

D = Diâmetro interno (m)

As perdas de carga totais foram calculadas multiplicando-se as perdas unitárias pelo comprimento do trecho

Para os tubos de ferro fundido utilizou-se $C = 130$, para os tubos de PVC, $C = 140$ e para PEAD e RPVC, $C = 150$.

1.2- Perdas de Carga localizadas

A perda de carga na passagem por conexões varia com a velocidade do fluxo, tal qual acontece nos trechos retilíneos de encaunamentos. Pode-se exprimir as perdas localizadas em função de comprimentos virtuais de canalização através da fórmula.

$$L_{eq} = \frac{K \cdot V^2}{2g}$$

onde: L_{eq} = Comprimento equivalente
 V^2 = velocidade ao quadrado
 g = gravidade

Serão utilizadas as tabelas, elaboradas para diferentes conexões e válvulas, existentes nos manuais de hidráulica

1.3- Curvas de Funcionamento

O cálculo das perdas de carga na seção foi realizado para a vazão de uma eletro-bomba com vazão de $Q = 11,71$ l/s assim como no recalque até o barrilete.

A partir deste ponto foram calculadas com a vazão total $Q = 23,42$ l/s

A elaboração da equação da curva é dada pela fórmula:

$$10,643 \cdot Q^{1,85} \cdot C^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot L_{eq}$$

A soma de cada parcela da equação dá a equação geral da curva.

O resultado mostra que:

Expressão da sucção	-----	269,60	$Q^{1,85}$
Expressão do recalque	-----	1774,43	$Q^{1,85}$
Expressão do barrilete	-----	135,61	$Q^{1,85}$
Expressão da caixa do medidor	-----	285,93	$Q^{1,85}$
Expressão da caixa de válvulas	-----	341,48	$Q^{1,85}$

Expressão da tubulação - - - - - 25 710,32 $Q^{1,85}$

Expressão geral da curva - - - - - 28 517,37 $Q^{1,85}$

Expressão geral c/ majoração de 5% - - - 29 943 $Q^{1,85}$

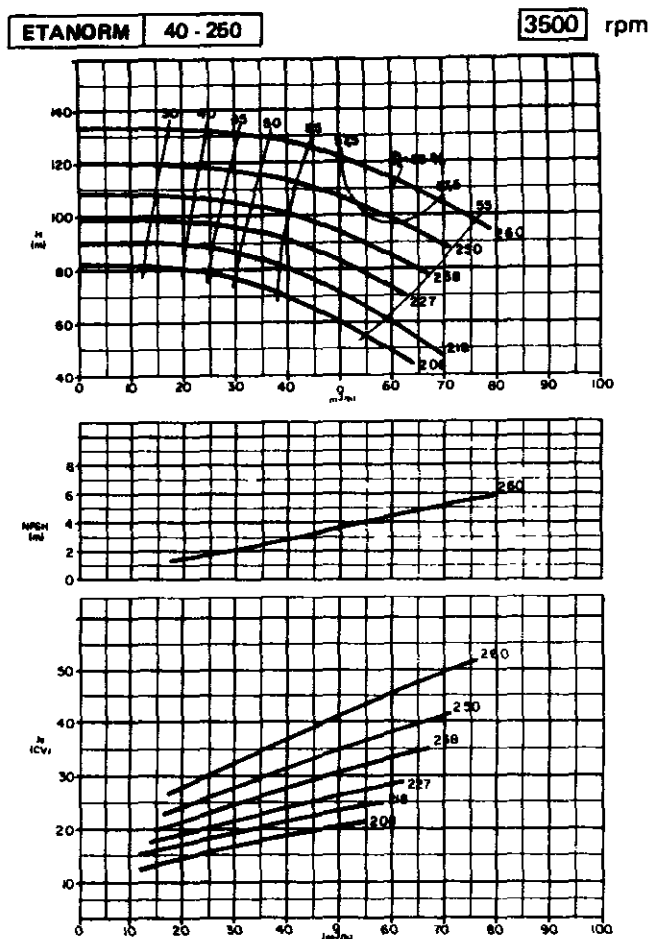
O quadro a seguir mostra os comprimentos equivalentes de cada conexão.

1.4 - Curvas características do sistema

O desnível geométrico é relativo à cota 47,75 que corresponde ao nível d'água no canal, ou seja $H = 91,28$ m c.a., e a equação apresenta-se na forma

$$H_T = 91,28 + 29943 Q^{1,85}$$

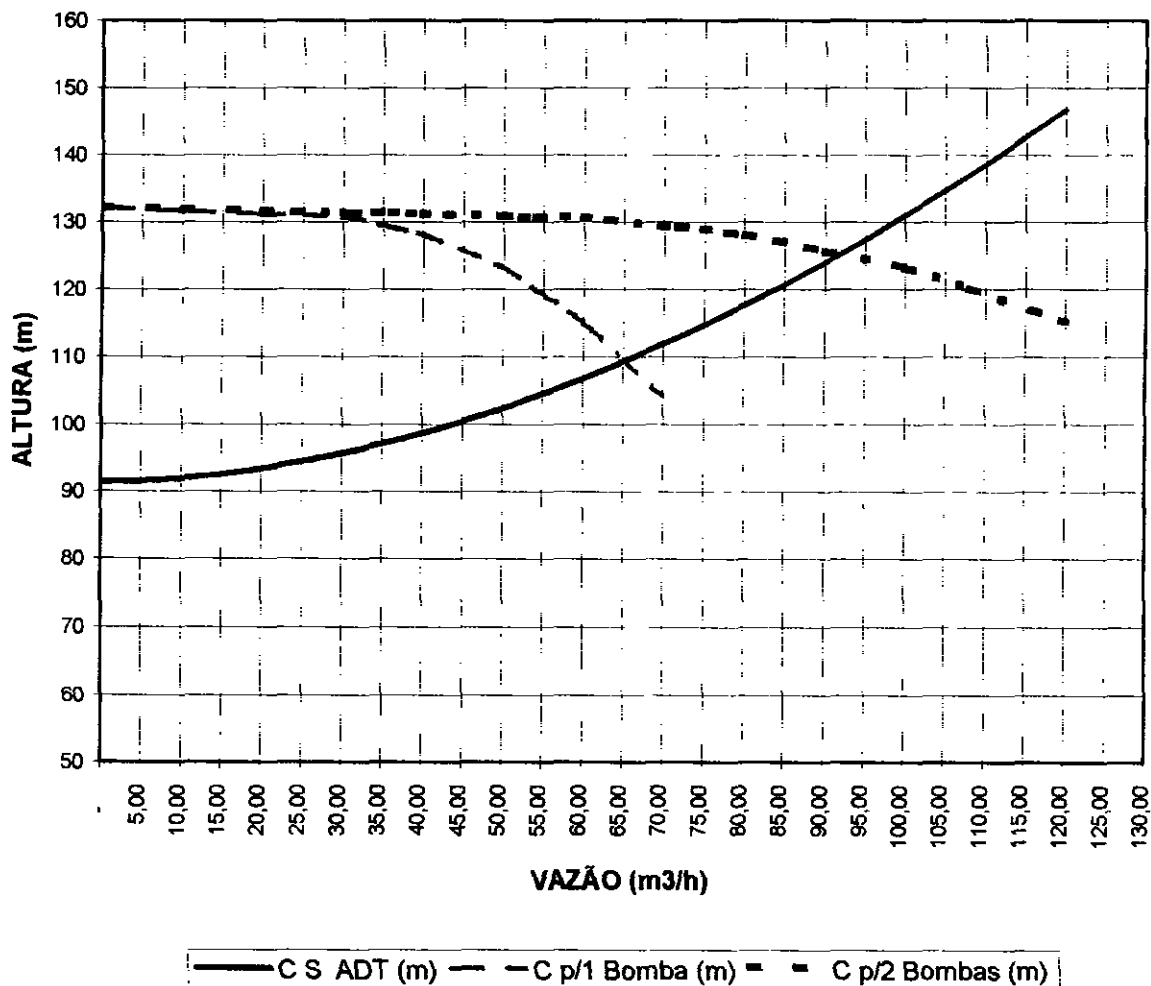
A seguir são mostrados as curvas do sistema



**ESTAÇÃO ELEVATORIA - CAPTAÇÃO
CURVAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA**

Vazão(m3/h)	Vazão (m3/s)	hf (m)	C.S. ADT (m)	C.p/1 Bomba (m)	C p/2 Bombas (m)
-	0	-	91,28	132,00	132,00
10,00	0,003	0,56	91,84	131,50	131,75
20,00	0,006	2,01	93,29	131,00	131,50
30,00	0,008	4,26	95,54	130,50	131,25
36,00	0,010	5,97	97,25	129,00	131,20
40,00	0,011	7,26	98,54	128,00	131,00
50,00	0,014	10,97	102,25	123,00	130,75
54,00	0,015	12,65	103,93	119,80	130,55
60,00	0,017	15,37	106,65	115,00	130,50
70,00	0,019	20,44	111,72	104,00	129,25
72,00	0,020	21,54	112,82		129,10
80,00	0,022	26,17	117,45		128,00
90,00	0,025	32,55	123,83		125,50
100,00	0,028	39,55	130,83		123,00
108,00	0,030	45,60	136,88		120,00
120,00	0,033	55,41	146,69		115,00

CURVAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA



Comprimentos Equivalentes das Condições

		QUANT	DIAMETRO	K	COMPRIMENTO EQUIVALENTE	EXPRESSÃO DO TRECHO
S U C C E S O	Tubo PEAD	30 m	150	—	35,00	269,60 Q ^{1,85}
	Valvula de Pé e/ou crivo	1	150	2,50	20,00	
	Curva 90° (PEAD)	1	150	0,40	3,50	
	Redução Exceétrica	1	150x65	0,15	30,00	
	TOTAL				82,50	
R E C A L Q U E	Ampliação gradual	1	40x100	0,30	422,00	1774,43 Q ^{1,85}
	Curva 90°	3	100	(0,40x3)=1,20	33,00	
	Valvula de Retenção	1	100	2,50	69,00	
	Registro de gaveta	1	100	0,20	5,50	
	Junta de Desmontagem	1	100	0,20	5,50	
	Ampliação gradual	1	100x150	0,30	8,00	
	Toco L=0,25 m	1	100	— (1)		
	Toco L=0,50 m	1	100	— (2)		
	Toco L=2,50 m	1	100	— (3)		
	Carrutel L=0,25 m	1	100	— (4)	(1+2+3+4) 21,00	
TOTAL				543,00		
BAR- RILE- TE	Junção	3	150	(0,40x3)=1,20	27,50	135,61 x Q ^{1,85}
	Tubo L=1,0 m	3	150	—	9,50	
	Curva 45°	1	150	0,20	4,50	
TOTAL				41,50		
C X M A C R O R E D U C T O R E	Redução	2	150x100	0,15	3,50	285,93 Q ^{1,85}
	Toco L=0,25 m	1	100	—		
	Macro medidor L=0,35 m	1	100	—	51,00	
	Registro de gaveta	1	100	0,20	4,50	
	Tubo L=1,0 m	2	150	— (1)		
	Carrutel L=0,25 m	1	150	— (2)		
	Curva 90°	2	150	0,40	18,50	
	Tubo L=0,65 m	1	150	— (3)	(1+2+3) 10,00	
TOTAL				87,50		
C X V A L V U L A S	Valvula de Retenção	1	150	2,50	57,00	341,48 Q ^{1,85}
	Registro de gaveta	1	150	0,20	5,00	
	Tê	2	150	(0,60x2)=1,20	27,50	
	Junta de Desmontagem	1	150	0,20	5,00	
	Tubo L=1,0 m	1	150	—	3,00	
	Ampliação gradual	1	150x200	0,30	7,00	
	TOTAL				104,50	
ADU- TORA	Tubo L=7867,72 m	1	200	—		25710,32 Q ^{1,85}
						28517,37 Q ^{1,85}
					ADOTADO	29943 Q ^{1,85}

2 - Adutoria

2.1 - Dimensionamento Hidráulica

As planilhas a seguir apresentam o dimensionamento das adutoras.

As perdas de carga foram calculadas através da fórmula de Hazen - Williams

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

Utilizou-se $C = 140$ para os tubos de PRFV e PVC.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA ADUTOR SERRA DO FELIX

TRECHO RECALQUE

V = 0.78 m/s

DN = 200 mm

VAZÃO 23.42 l/s

PN - 16

DI = 195.00

DISI ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NFC (m)	H (m)	PRESSÃO PONTO (m)
20,00	1	1	48.25	20,00	0,05541		169,716	121,47
40,00		2	47,00	20,00	0,05541		169,660	122,66
60,00		3	46,09	20,00	0,05541		169,605	123,51
80,00		4	45,43	20,00	0,05541		169,549	124,12
100,00		5	45,29	20,00	0,05541		169,494	124,21
120,00	2	6	45,23	20,00	0,05541		169,439	124,20
140,00		7	45,87	20,00	0,05541		169,383	123,52
160,00		8	46,67	20,00	0,05541		169,328	122,65
180,00		9	47,37	20,00	0,05541		169,272	121,91
200,00		10	48,40	20,00	0,05541		169,217	120,81
203,59		E-10+3,59	48,56	3,59	0,00995		169,162	120,60
220,00		11	49,29	16,41	0,04546		169,152	119,86
240,00		12	50,53	20,00	0,05541		169,106	118,58
260,00		13	51,64	20,00	0,05541		169,051	117,41
280,00		14	52,76	20,00	0,05541		168,995	116,23
300,00		15	53,70	20,00	0,05541		168,940	115,24
319,62		E-15+19,62	54,66	19,62	0,05436		168,884	114,22
320,00		16	54,63	0,38	0,00105		168,830	114,20
340,00		17	55,37	20,00	0,05541		168,829	113,46
360,00		18	56,26	20,00	0,05541		168,774	112,51
380,00		19	56,94	20,00	0,05541		168,718	111,78
400,00		20	57,61	20,00	0,05541		168,663	111,06
420,00		21	58,41	20,00	0,05541		168,607	110,20
440,00		22	58,87	20,00	0,05541		168,552	109,68
460,00		23	59,54	20,00	0,05541		168,497	108,96
480,00	3	24	60,05	20,00	0,05541		168,441	108,39
480,75		E-24+0,75	60,08	0,75	0,00208		168,386	108,31
500,00		25	60,65	19,25	0,05333		168,384	107,74
520,00		26	61,19	20,00	0,05541		168,330	107,14
540,00		27	61,59	20,00	0,05541		168,275	106,68
560,00		28	61,93	20,00	0,05541		168,220	106,29
580,00		29	62,01	20,00	0,05541		168,164	106,15
600,00		30	62,16	20,00	0,05541		168,109	105,95
620,00		31	62,42	20,00	0,05541		168,053	105,63
631,36	4	E-31+11,36	62,43	11,36	0,03147		167,998	105,57
640,00	5	32	62,52	8,64	0,02394		167,966	105,45
660,00		33	62,43	20,00	0,05541		167,942	105,51
680,00		34	62,45	20,00	0,05541		167,887	105,44
700,00		35	62,56	20,00	0,05541		167,832	105,27
720,00		36	62,37	20,00	0,05541		167,776	105,41
740,00		37	62,31	20,00	0,05541		167,721	105,42
760,00		38	62,32	20,00	0,05541		167,665	105,35
780,00		39	62,22	20,00	0,05541		167,610	105,39
800,00		40	62,19	20,00	0,05541		167,555	105,36
820,00		41	62,05	20,00	0,05541		167,499	105,45
832,19	6	E-41+12,19	62,03	12,19	0,03377		167,444	105,42
840,00		42	62,05	7,81	0,02164		167,410	105,36
860,00		43	61,89	20,00	0,05541		167,388	105,49

DIS1 ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	T (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
880.00		44	61,59	20,00	0,05541		167,333	105,75
900.00		45	61,60	20,00	0,05541		167,278	105,68
916.20	7	E-45+16,20	61,15	16,20	0,04488		167,222	106,08
920.00		46	61,36	3,80	0,01053		167,177	105,82
922.97		46+2,97	61,32	2,97	0,00823		167,167	105,85
942.97		47	60,59	20,00	0,05541		167,158	106,57
962.97		48	60,23	20,00	0,05541		167,103	106,87
982.97		49	59,60	20,00	0,05541		167,048	107,45
1002.97		50	58,94	20,00	0,05541		166,992	108,05
1022.97		51	58,32	20,00	0,05541		166,937	108,62
1042.97	8	52	57,26	20,00	0,05541		166,881	109,62
1062.97		53	57,77	20,00	0,05541		166,826	109,06
1082.97		54	58,41	20,00	0,05541		166,771	108,36
1102.97		55	58,93	20,00	0,05541		166,715	107,79
1122.97	9	56	59,18	20,00	0,05541		166,660	107,48
1142.97	10	57	58,48	20,00	0,05541		166,604	108,12
1162.97		58	58,78	20,00	0,05541		166,549	107,77
1182.97		59	60,46	20,00	0,05541		166,494	106,03
1202.97		60	61,66	20,00	0,05541		166,438	104,78
1222.97		61	62,87	20,00	0,05541		166,383	103,52
1242.97		62	64,26	20,00	0,05541		166,327	102,07
1262.97		63	64,95	20,00	0,05541		166,272	101,32
1282.97		64	65,89	20,00	0,05541		166,217	100,32
1299.17		E-64+10,08	66,14	16,20	0,04488		166,161	100,02
1302.97		65	66,49	3,80	0,01053		166,116	99,63
1322.97		66	67,16	20,00	0,05541		166,106	98,94
1342.97		67	67,93	20,00	0,05541		166,050	98,12
1362.97		68	68,42	20,00	0,05541		165,995	97,57
1382.97		69	69,04	20,00	0,05541		165,939	96,90
1402.97		70	69,56	20,00	0,05541		165,884	96,32
1422.97		71	70,02	20,00	0,05541		165,829	95,81
1442.97		72	70,74	20,00	0,05541		165,773	95,03
1462.97		73	71,16	20,00	0,05541		165,718	94,55
1482.97		74	71,59	20,00	0,05541		165,662	94,08
1499.17		E-74+1,30	71,66	16,20	0,04488		165,607	93,95
1502.97		75	72,02	3,80	0,01053		165,562	93,54
1522.97		76	72,48	20,00	0,05541		165,552	93,07
1542.97		77	72,87	20,00	0,05541		165,496	92,63
1562.97		78	73,21	20,00	0,05541		165,441	92,23
1582.97		79	73,47	20,00	0,05541		165,385	91,91
1602.97		80	73,93	20,00	0,05541		165,330	91,40
1622.97		81	74,30	20,00	0,05541		165,275	90,97
1642.97		82	74,68	20,00	0,05541		165,219	90,54
1662.97		83	75,02	20,00	0,05541		165,164	90,15
1682.97		84	75,53	20,00	0,05541		165,108	89,58
1702.97		85	75,85	20,00	0,05541		165,053	89,20
1722.97		86	76,32	20,00	0,05541		164,997	88,68
1742.97		87	76,63	20,00	0,05541		164,942	88,32
1762.97		88	77,05	20,00	0,05541		164,887	87,83
1782.97		89	77,57	20,00	0,05541		164,831	87,27
1802.97		90	77,99	20,00	0,05541		164,776	86,78

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	T (m)	PRESSÃO NEC (m)	II (m)	PRES NO PONTO (m)
1822.97		91	78,47	20,00	0,05541		164,720	86,25
1842.97		92	78,88	20,00	0,05541		164,665	85,79
1862.97		93	79,32	20,00	0,05541		164,610	85,29
1882.97		94	79,86	20,00	0,05541		164,554	84,69
1902.97		95	80,15	20,00	0,05541		164,499	84,35
1922.97		96	80,43	20,00	0,05541		164,443	84,01
1926.15		E-96+3.18	80,46	3,18	0,00881		164,388	83,93
1942.97	11	97	80,50	16,82	0,04660		164,379	83,88
1962.97		98	80,22	20,00	0,05541		164,333	84,11
1982.97		99	79,66	20,00	0,05541		164,277	84,62
2002.97		100	79,12	20,00	0,05541		164,222	85,10
2022.97		101	78,54	20,00	0,05541		164,166	85,63
2042.97		102	77,95	20,00	0,05541		164,111	86,16
2062.97		103	77,31	20,00	0,05541		164,056	86,75
2076.06	12	E-103+13,09	76,82	13,09	0,03627		164,000	87,18
2082.97		104	76,60	6,91	0,01914		163,964	87,36
2094.65	13	E-104+11,68	76,08	11,68	0,03236		163,945	87,87
2102.97		105	76,38	8,32	0,02305		163,912	87,54
2122.97		106	76,68	20,00	0,05541		163,889	87,21
2142.97		107	76,95	20,00	0,05541		163,834	86,88
2162.97		108	77,13	20,00	0,05541		163,778	86,65
2182.97		109	77,10	20,00	0,05541		163,723	86,62
2202.97		110	77,01	20,00	0,05541		163,668	86,66
2222.97		111	77,16	20,00	0,05541		163,612	86,45
2242.97		112	77,23	20,00	0,05541		163,557	86,33
2262.97		113	77,51	20,00	0,05541		163,501	85,99
2282.97		114	77,72	20,00	0,05541		163,446	85,73
2302.97		115	78,40	20,00	0,05541		163,391	84,99
2312.97	14	E-115+10,00	78,29	10,00	0,02771		163,335	85,05
2322.97		116	78,48	10,00	0,02771		163,307	84,83
2342.97		117	78,89	20,00	0,05541		163,280	84,39
2362.97		118	79,07	20,00	0,05541		163,224	84,15
2382.97		119	79,75	20,00	0,05541		163,169	83,42
2402.97		120	80,24	20,00	0,05541		163,114	82,87
2422.97		121	81,12	20,00	0,05541		163,058	81,94
2442.97		122	81,93	20,00	0,05541		163,003	81,08
2453.38	15	E-122+10,41	82,38	10,41	0,02884		162,947	80,57
2462.97		123	82,91	9,59	0,02657		162,918	80,01
2482.97		124	83,47	20,00	0,05541		162,892	79,42
2502.97		125	84,06	20,00	0,05541		162,836	78,78
2511.00	16	E-125+8,03	84,42	8,03	0,02225		162,781	78,37
2522.97		126	85,00	11,97	0,03316		162,759	77,76
2542.97		127	85,30	20,00	0,05541		162,726	77,43
2562.97		128	85,91	20,00	0,05541		162,670	76,76
2582.97		129	86,46	20,00	0,05541		162,615	76,16
2602.97		130	87,54	20,00	0,05541		162,559	75,02
2618.44	17	E-130+15,47	87,97	15,47	0,04286		162,504	74,54
2622.97		131	88,03	4,53	0,01255		162,461	74,43
2642.97		132	88,64	20,00	0,05541		162,449	73,81
2662.97		133	88,65	20,00	0,05541		162,393	73,74
2680.63	18	E-133+17,66	89,00	17,66	0,04893		162,338	73,34

DISI ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NFC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
2682.97		134	89,05	2,34	0,00648		162,289	73,24
2702.97		135	89,66	20,00	0,05541		162,282	72,63
2722.97	19	136	89,99	20,00	0,05541		162,227	72,23
2742.97		137	89,73	20,00	0,05541		162,172	72,45
2762.97		138	89,67	20,00	0,05541		162,116	72,44
2782.97		139	89,53	20,00	0,05541		162,061	72,53
2790.68	20	E-139+7.71	89,49	7,71	0,02136		162,005	72,52
2802.97		140	88,98	12,29	0,03405		161,984	73,00
2822.97		141	89,14	20,00	0,05541		161,950	72,81
2836.93	21	E-141+13.96	89,11	13,96	0,03868		161,894	72,78
2842.97		142	89,01	6,04	0,01673		161,856	72,84
2862.97		143	88,71	20,00	0,05541		161,839	73,13
2882.97		144	88,43	20,00	0,05541		161,784	73,35
2884.26	22	E-144+1.29	88,31	1,29	0,00357		161,728	73,42
2902.97		145	87,11	18,71	0,05184		161,725	74,61
2922.97		146	86,73	20,00	0,05541		161,673	74,94
2942.97		147	87,03	20,00	0,05541		161,617	74,59
2962.97		148	86,96	20,00	0,05541		161,562	74,60
2973.66	23	E-148+10.69	86,70	10,69	0,02962		161,507	74,81
2982.97		149	87,21	9,31	0,02579		161,477	74,27
3002.97		150	87,63	20,00	0,05541		161,451	73,82
3022.97		151	87,01	20,00	0,05541		161,396	74,38
3042.97		152	86,60	20,00	0,05541		161,340	74,74
3062.97		153	86,54	20,00	0,05541		161,285	74,74
3082.97		154	86,28	20,00	0,05541		161,230	74,95
3102.97	24	155	86,11	20,00	0,05541		161,174	75,06
3122.97		156	86,19	20,00	0,05541		161,119	74,93
3130.63	25	E-156+7.66	86,24	7,66	0,02122		161,063	74,82
3142.97		157	86,36	12,34	0,03419		161,042	74,69
3162.97		158	86,57	20,00	0,05541		161,008	74,43
3175.73		E-158+12,76	86,71	12,76	0,03535		160,953	74,25
3182.97		159	86,79	7,24	0,02006		160,917	74,13
3202.97		160	86,89	20,00	0,05541		160,897	74,00
3222.97		161	86,86	20,00	0,05541		160,842	73,98
3242.97		162	87,05	20,00	0,05541		160,786	73,74
3262.97		163	87,55	20,00	0,05541		160,731	73,18
3270.77	26	E-163+7.80	87,67	7,80	0,02161		160,675	73,00
3282.97	27	164	87,78	12,20	0,03380		160,654	72,87
3302.25		E-164+19.28	87,72	19,28	0,05342		160,620	72,90
3302.97		165	87,74	0,72	0,00199		160,567	72,82
3322.97		166	87,63	20,00	0,05541		160,565	72,94
3342.97		167	87,34	20,00	0,05541		160,509	73,17
3354.44	28	E-167+11.47	87,26	11,47	0,03178		160,454	73,20
3362.97		168	87,07	8,53	0,02363		160,422	73,35
3382.97		169	86,94	20,00	0,05541		160,398	73,45
3402.97		170	86,73	20,00	0,05541		160,343	73,61
3422.97		171	86,50	20,00	0,05541		160,288	73,79
3442.97		172	86,21	20,00	0,05541		160,232	74,02
3462.97		173	85,87	20,00	0,05541		160,177	74,31
3482.97		174	85,34	20,00	0,05541		160,121	74,78
3493,73	29	E-174+10.76	85,61	10,76	0,02981		160,066	74,46

DISI ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	I (m)	J (m)	PRISSÃO NLC (m)	H (m)	PRFS NO PONTO (m)
3502,97		175	85,55	9,24	0,02560		160,036	74,48
3522,97		176	85,31	20,00	0,05541		160,011	74,70
3542,97		177	85,09	20,00	0,05541		159,955	74,87
3562,97		178	84,79	20,00	0,05541		159,900	75,11
3577,09	30	178+14,12=179	84,45	14,12	0,03912		159,844	75,39
3597,09		180	84,19	20,00	0,05541		159,805	75,62
3617,09		181	83,93	20,00	0,05541		159,750	75,82
3636,41	31	181+19,318	83,72	19,32	0,05353		159,694	75,98
3637,09		182	83,74	0,68	0,00188		159,641	75,90
3657,09		183	83,47	20,00	0,05541		159,639	76,17
3677,09		184	83,09	20,00	0,05541		159,584	76,49
3688,93	32	184+11,840	82,36	11,84	0,03280		159,528	77,17
3697,09		185	82,35	8,16	0,02261		159,495	77,14
3717,09		186	82,33	20,00	0,05541		159,473	77,15
3737,09		187	81,97	20,00	0,05541		159,417	77,45
3757,09		188	81,45	20,00	0,05541		159,362	77,91
3768,93	33	188+7,931	81,18	11,84	0,03280		159,306	78,13
3777,09		189	80,59	8,16	0,02261		159,274	78,68
3797,09		190	80,07	20,00	0,05541		159,251	79,18
3817,09		191	80,09	20,00	0,05541		159,196	79,11
3830,06	34	191+12,972	79,11	12,97	0,03593		159,140	80,03
3837,09		192	79,21	7,03	0,01948		159,104	79,90
3857,09		193	79,70	20,00	0,05541		159,085	79,38
3877,09		194	79,23	20,00	0,05541		159,029	79,80
3897,09		195	78,76	20,00	0,05541		158,974	80,22
3917,09		196	78,24	20,00	0,05541		158,919	80,68
3937,09		197	78,09	20,00	0,05541		158,863	80,77
3957,09		198	77,36	20,00	0,05541		158,808	81,45
3977,09		199	76,34	20,00	0,05541		158,752	82,42
3997,09	35	200	75,63	20,00	0,05541		158,697	83,07
4017,09		201	75,84	20,00	0,05541		158,642	82,80
4037,09		202	76,24	20,00	0,05541		158,586	82,34
4057,09		203	76,17	20,00	0,05541		158,531	82,36
4077,09		204	76,27	20,00	0,05541		158,475	82,20
4097,09		205	76,35	20,00	0,05541		158,420	82,07
4117,09		206	76,27	20,00	0,05541		158,365	82,09
4137,09		207	76,41	20,00	0,05541		158,309	81,90
4143,19	36	207+6,099	76,73	6,10	0,01690		158,254	81,52
4157,09		208	77,11	13,90	0,03851		158,237	81,13
4177,09		209	77,90	20,00	0,05541		158,198	80,30
4197,09		210	77,76	20,00	0,05541		158,143	80,38
4217,09		211	78,62	20,00	0,05541		158,087	79,47
4237,09		212	78,87	20,00	0,05541		158,032	79,16
4257,09		213	79,29	20,00	0,05541		157,977	78,68
4277,09		214	79,67	20,00	0,05541		157,921	78,25
4297,09		215	80,04	20,00	0,05541		157,866	77,83
4317,09		216	80,39	20,00	0,05541		157,810	77,42
4337,09		217	80,83	20,00	0,05541		157,755	76,92
4357,09		218	81,30	20,00	0,05541		157,700	76,40
4370,03	37	218+12,942	81,61	12,94	0,03586		157,644	76,04
4377,09		219	81,91	7,06	0,01955		157,608	75,70

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
4397.09		220	82,72	20,00	0,05541		157,589	74,87
4417.09		221	83,49	20,00	0,05541		157,533	74,04
4437.09		222	84,15	20,00	0,05541		157,478	73,32
4457.09		223	84,77	20,00	0,05541		157,423	72,66
4477.09		224	85,53	20,00	0,05541		157,367	71,84
4497.09		225	85,99	20,00	0,05541		157,312	71,32
4517.09		226	86,69	20,00	0,05541		157,256	70,57
4537.09		227	87,32	20,00	0,05541		157,201	69,88
4557.09		228	87,92	20,00	0,05541		157,145	69,23
4577.09		229	88,49	20,00	0,05541		157,090	68,60
4597.09		230	89,13	20,00	0,05541		157,035	67,91
4617.09		231	89,75	20,00	0,05541		156,979	67,23
4636.52	38	231+19,427	90,39	19,43	0,05382		156,924	66,53
4637.09		232	90,44	0,57	0,00159		156,870	66,43
4657.09		233	90,82	20,00	0,05541		156,868	66,05
4677.09		234	91,30	20,00	0,05541		156,813	65,51
4697.09		235	91,67	20,00	0,05541		156,758	65,09
4717.09		236	92,14	20,00	0,05541		156,702	64,57
4737.09		237	92,29	20,00	0,05541		156,647	64,35
4757.09		238	92,76	20,00	0,05541		156,591	63,83
4777.09		239	93,42	20,00	0,05541		156,536	63,12
4797.09		240	93,64	20,00	0,05541		156,481	62,84
4807.99	39	240+10,895	93,76	10,90	0,03018		156,425	62,67
4817.09	40	241	93,79	9,11	0,02523		156,395	62,60
4837.09		242	93,74	20,00	0,05541		156,370	62,63
4857.09		243	93,46	20,00	0,05541		156,314	62,85
4877.09		244	93,29	20,00	0,05541		156,259	62,97
4897.09		245	93,14	20,00	0,05541		156,203	63,07
4917.09		246	92,88	20,00	0,05541		156,148	63,27
4937.09		247	92,59	20,00	0,05541		156,093	63,50
4957.09		248	92,33	20,00	0,05541		156,037	63,70
4977.09		249	91,92	20,00	0,05541		155,982	64,06
4997.09		250	91,56	20,00	0,05541		155,926	64,36
5017.09		251	91,07	20,00	0,05541		155,871	64,81
5037.09		252	90,51	20,00	0,05541		155,816	65,31
5042.86	41	252+5,770	90,38	5,77	0,01599		155,760	65,38
5057.09		253	89,95	14,23	0,03942		155,744	65,79
5077.09		254	89,48	20,00	0,05541		155,705	66,22
5097.09		255	89,01	20,00	0,05541		155,649	66,64
5117.09		256	88,42	20,00	0,05541		155,594	67,18
5137.09		257	88,01	20,00	0,05541		155,539	67,52
5157.09		258	87,58	20,00	0,05541		155,483	67,91
5177.09		259	87,26	20,00	0,05541		155,428	68,17
5197.09		260	86,83	20,00	0,05541		155,372	68,54
5217.09	42	261	86,51	20,00	0,05541		155,317	68,80
5237.09		262	86,87	20,00	0,05541		155,262	68,39
5257.09		263	87,09	20,00	0,05541		155,206	68,12
5268.72	43	263+11,163	86,91	11,63	0,03222		155,151	68,24
5277.09		264	86,88	8,37	0,02319		155,118	68,23
5297.09		265	86,83	20,00	0,05541		155,095	68,26
5317.09		266	86,80	20,00	0,05541		155,040	68,24

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	I STACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRFSSÃO NEC (m)	II (m)	PRES NO PONTO (m)
5337,09		267	86,75	20,00	0,05541		154,984	68,23
5357,09		268	86,92	20,00	0,05541		154,929	68,01
5377,09		269	87,00	20,00	0,05541		154,874	67,87
5397,09		270	87,26	20,00	0,05541		154,818	67,56
5417,09		271	87,34	20,00	0,05541		154,763	67,43
5437,09		272	87,63	20,00	0,05541		154,707	67,08
5444,59	44	272+7,499	87,68	7,50	0,02078		154,652	66,97
5457,09		273	87,85	12,50	0,03463		154,631	66,78
5477,09		274	88,72	20,00	0,05541		154,597	65,87
5497,09		275	88,91	20,00	0,05541		154,541	65,64
5517,09		276	89,41	20,00	0,05541		154,486	65,08
5537,09		277	89,68	20,00	0,05541		154,430	64,75
5548,22	45	277+11,125	89,80	11,13	0,03082		154,375	64,57
5557,09		278	89,99	8,88	0,02459		154,344	64,35
5577,09	46	279	90,00	20,00	0,05541		154,320	64,32
5597,09		280	89,75	20,00	0,05541		154,264	64,51
5617,09		281	89,54	20,00	0,05541		154,209	64,67
5637,09		282	89,36	20,00	0,05541		154,153	64,79
5657,09	47	283	89,36	20,00	0,05541		154,098	64,74
5677,09		284	89,53	20,00	0,05541		154,042	64,52
5697,09		285	89,71	20,00	0,05541		153,987	64,28
5717,09		286	89,50	20,00	0,05541		153,932	64,43
5737,09		287	89,75	20,00	0,05541		153,876	64,12
5757,09		288	90,15	20,00	0,05541		153,821	63,67
5777,09		289	90,20	20,00	0,05541		153,765	63,56
5797,09		290	90,44	20,00	0,05541		153,710	63,27
5817,09		291	90,86	20,00	0,05541		153,655	62,80
5837,09		292	91,52	20,00	0,05541		153,599	62,08
5857,09		293	92,21	20,00	0,05541		153,544	61,33
5877,09		294	92,80	20,00	0,05541		153,488	60,69
5897,09		295	93,26	20,00	0,05541		153,433	60,17
5917,09		296	93,78	20,00	0,05541		153,378	59,60
5937,09		297	94,09	20,00	0,05541		153,322	59,23
5957,09		298	94,45	20,00	0,05541		153,267	58,82
5977,09		299	94,81	20,00	0,05541		153,211	58,41
5996,24	48	299+19,151	95,37	19,15	0,05306		153,156	57,79
5997,09		300	95,39	0,85	0,00235		153,103	57,71
6017,09		301	95,93	20,00	0,05541		153,101	57,18
6037,09		302	96,27	20,00	0,05541		153,045	56,78
6057,09		303	96,58	20,00	0,05541		152,990	56,41
6077,09		304	97,38	20,00	0,05541		152,934	55,56
6097,09		305	97,52	20,00	0,05541		152,879	55,36
6117,09		306	97,84	20,00	0,05541		152,823	54,98
6137,09		307	98,19	20,00	0,05541		152,768	54,58
6157,09		308	98,74	20,00	0,05541		152,713	53,98
6177,09		309	99,02	20,00	0,05541		152,657	53,64
6197,09		310	99,46	20,00	0,05541		152,602	53,14
6217,09		311	99,62	20,00	0,05541		152,546	52,93
6237,09		312	100,06	20,00	0,05541		152,491	52,43
6257,09		313	100,57	20,00	0,05541		152,436	51,87
6277,09		314	101,21	20,00	0,05541		152,380	51,17

DISC ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
6297,09		315	101,85	20,00	0,05541		152,325	50,48
6317,09		316	102,02	20,00	0,05541		152,269	50,25
6337,09		317	102,33	20,00	0,05541		152,214	49,88
6357,09		318	102,70	20,00	0,05541		152,159	49,46
6377,09		319	102,85	20,00	0,05541		152,103	49,25
6397,09		320	103,27	20,00	0,05541		152,048	48,78
6398,97	49	320+1.883	103,08	1,88	0,00522		151,992	48,92
6417,09		321	103,11	18,12	0,05019		151,987	48,87
6437,09		322	103,47	20,00	0,05541		151,937	48,47
6457,09		323	103,48	20,00	0,05541		151,881	48,41
6477,09		324	103,62	20,00	0,05541		151,826	48,21
6497,09		325	103,77	20,00	0,05541		151,771	48,00
6517,09		326	103,95	20,00	0,05541		151,715	47,77
6537,09	50	327	104,10	20,00	0,05541		151,660	47,56
6557,09		328	103,97	20,00	0,05541		151,604	47,64
6577,09	51	329	104,17	20,00	0,05541		151,549	47,38
6597,09		330	103,88	20,00	0,05541		151,494	47,61
6617,09		331	103,97	20,00	0,05541		151,438	47,47
6637,09		332	103,97	20,00	0,05541		151,383	47,41
6657,09		333	103,80	20,00	0,05541		151,327	47,53
6677,09		334	103,47	20,00	0,05541		151,272	47,80
6695,09	52	334+18,00=PI-43	103,20	18,00	0,04987		151,217	48,01
6697,09		335	103,20	2,00	0,00554		151,167	47,97
6717,09		336	102,88	20,00	0,05541		151,161	48,28
6737,09		337	102,36	20,00	0,05541		151,106	48,74
6757,09		338	102,08	20,00	0,05541		151,050	48,97
6777,09		339	101,63	20,00	0,05541		150,995	49,37
6797,09		340	101,43	20,00	0,05541		150,939	49,51
6817,09		341	100,83	20,00	0,05541		150,884	50,05
6837,09		342	100,39	20,00	0,05541		150,829	50,44
6857,09		343	100,46	20,00	0,05541		150,773	50,32
6877,09		344	100,31	20,00	0,05541		150,718	50,41
6897,09		345	100,01	20,00	0,05541		150,662	50,65
6917,09		346	98,29	20,00	0,05541		150,607	52,32
6937,09		347	98,30	20,00	0,05541		150,552	52,25
6957,09	53	348	97,11	20,00	0,05541		150,496	53,39
6973,54	54	348+16.453	97,87	16,45	0,04558		150,441	52,57
6977,09		349	98,09	3,55	0,00983		150,395	52,31
6997,09		350	99,12	20,00	0,05541		150,385	51,26
7017,09		351	99,21	20,00	0,05541		150,330	51,12
7037,09		352	100,12	20,00	0,05541		150,275	50,15
7057,09		353	101,06	20,00	0,05541		150,219	49,16
7077,09	55	354	101,49	20,00	0,05541		150,164	48,68
7097,09		355	101,41	20,00	0,05541		150,108	48,70
7102,60	56	355+5.511	101,05	5,51	0,01527		150,053	49,00
7117,09	57	356	100,15	14,49	0,04014		150,038	49,89
7137,09		357	100,55	20,00	0,05541		149,998	49,44
7157,09		358	101,00	20,00	0,05541		149,942	48,95
7177,09		359	102,32	20,00	0,05541		149,887	47,57
7197,09		360	102,82	20,00	0,05541		149,831	47,01
7217,09		361	103,45	20,00	0,05541		149,776	46,33

DISI ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
7237,09		362	103,98	20,00	0,05541		149,720	45,75
7257,09		363	104,81	20,00	0,05541		149,665	44,86
7277,09		364	105,24	20,00	0,05541		149,610	44,37
7297,09		365	105,73	20,00	0,05541		149,554	43,82
7317,09		366	106,16	20,00	0,05541		149,499	43,34
7337,09		367	107,02	20,00	0,05541		149,443	42,43
7357,09		368	107,41	20,00	0,05541		149,388	41,98
7377,09		369	108,01	20,00	0,05541		149,333	41,32
7397,09		370	108,52	20,00	0,05541		149,277	40,75
7417,09		371	109,50	20,00	0,05541		149,222	39,73
7437,09		372	110,17	20,00	0,05541		149,166	38,99
7457,09		373	110,47	20,00	0,05541		149,111	38,64
7477,09	58	374	111,21	20,00	0,05541		149,056	37,84
7497,09		375	111,51	20,00	0,05541		149,000	37,49
7517,09		376	112,39	20,00	0,05541		148,945	36,56
7537,09		377	112,61	20,00	0,05541		148,889	36,28
7557,09		378	113,41	20,00	0,05541		148,834	35,43
7577,09		379	113,94	20,00	0,05541		148,778	34,84
7597,09		380	114,54	20,00	0,05541		148,723	34,18
7617,09		381	114,92	20,00	0,05541		148,668	33,74
7637,09	59	382	115,08	20,00	0,05541		148,583	33,50
7667,72	60	1	116,29	30,63	0,08486		148,612	32,32
7687,72		2	116,78	20,00	0,05541		148,527	31,75
7707,72		3	117,28	20,00	0,05541		148,472	31,19
7727,72		4	117,57	20,00	0,05541		148,417	30,85
7747,72		5	117,91	20,00	0,05541		148,361	30,45
7767,72		6	118,15	20,00	0,05541		148,306	30,16
7787,72		7	118,56	20,00	0,05541		148,250	29,69
7807,72		8	118,66	20,00	0,05541		148,195	29,53
7827,72		9	119,01	20,00	0,05541		148,140	29,13
7847,72	61	10	119,34	20,00	0,05541		148,084	28,74
7867,72	62	11	119,30	20,00	0,05541		148,029	28,73
7887,72		12	117,98	20,00	0,05541		147,973	29,99
7907,72		13	118,36	20,00	0,05541		147,918	29,56
7927,72		14	120,12	20,00	0,05541		147,862	27,74
7947,72		15	122,07	20,00	0,05541		147,807	25,74
7967,72		16	124,55	20,00	0,05541		147,752	23,20
7987,72		17	127,84	20,00	0,05541		147,696	19,86
8007,72		18	132,13	20,00	0,05541		147,641	15,51
8027,72		19	136,47	20,00	0,05541		147,585	11,12
8047,72	63	20	139,53	20,00	0,05541	8,00	147,530	8,00

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA ADUTOR SERRA DO FELIX

TRECHO GRAVITÁRIO
VAZÃO 15,92 / 7,53 l/s

V = 1,00 m/s

DN = 150 mm

PN - 60

DI = 156,4mm

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
0,00	1	19	136,470			4,07	140,540	4,07
0,00		18	132,130	20,00	0,07943		140,470	8,34
20,00		17	127,840	20,00	0,07943		140,391	12,55
40,00		16	124,550	20,00	0,07943		140,311	15,76

DIS1 ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COGA (m)	L (m)	J (m)	PRFSSÃO N/C (m)	II (m)	PRES NO PONTO (m)
60,00		15	122,070	20,00	0,07943		140,232	18,16
80,00		14	120,120	20,00	0,07943		140,152	20,03
100,00		13	118,360	20,00	0,07943		140,073	21,71
120,00	2	12	117,980	20,00	0,07943		139,993	22,01
140,00		11	119,300	20,00	0,07943		139,914	20,61
160,00	3	10	119,340	20,00	0,07943		139,835	20,49
180,00		9	119,010	20,00	0,07943		139,755	20,75
200,00		8	118,660	20,00	0,07943		139,676	21,02
220,00		7	118,560	20,00	0,07943		139,596	21,04
240,00		6	118,150	20,00	0,07943		139,517	21,37
260,00		5	117,910	20,00	0,07943		139,437	21,53
280,00		4	117,570	20,00	0,07943		139,358	21,79
300,00		3	117,280	20,00	0,07943		139,279	22,00
320,00		2	116,780	20,00	0,07943		139,199	22,42
350,63	4	1	116,290	30,63	0,12165		139,120	22,83
370,63	5	382	115,08	20,00	0,07943		138,998	23,92
384,82	6	382+14,193	115,52	14,19	0,05637		138,919	23,40
390,63		383	115,47	5,81	0,02306		138,862	23,39
410,63		384	115,27	20,00	0,07943		138,839	23,57
430,63		385	115,14	20,00	0,07943		138,760	23,62
450,63	7	386	115,16	20,00	0,07943		138,680	23,52
470,63		387	114,87	20,00	0,07943		138,601	23,73
490,63		388	114,71	20,00	0,07943		138,521	23,81
510,63		389	114,90	20,00	0,07943		138,442	23,54
530,63		390	115,18	20,00	0,07943		138,363	23,19
550,63		391	115,27	20,00	0,07943		138,283	23,02
553,60	8	391+2,97	115,28	2,97	0,01180		138,204	22,93
562,53		392	115,21	8,93	0,03547		138,192	22,98
582,53		393	115,10	20,00	0,07943		138,156	23,05
602,53		394	114,75	20,00	0,07943		138,077	23,33
613,85	9	394+11,315	114,22	11,32	0,04494		137,998	23,78
622,53		395	114,04	8,69	0,03449		137,953	23,92
642,53		396	113,81	20,00	0,07943		137,918	24,11
662,53		397	113,76	20,00	0,07943		137,839	24,08
682,53		398	113,79	20,00	0,07943		137,759	23,97
702,53		399	113,30	20,00	0,07943		137,680	24,38
722,53		400	112,85	20,00	0,07943		137,600	24,75
742,53		401	112,76	20,00	0,07943		137,521	24,76
762,53		402	112,43	20,00	0,07943		137,442	25,02
782,53		403	112,01	20,00	0,07943		137,362	25,36
802,53		404	111,53	20,00	0,07943		137,283	25,75
822,53	10	405	111,27	20,00	0,07943		137,203	25,94
842,53		406	111,32	20,00	0,07943		137,124	25,80
862,53		407	111,38	20,00	0,07943		137,044	25,66
863,33	11	407+0,801	111,37	0,80	0,00318		136,965	25,59
882,53		408	111,71	19,20	0,07625		136,962	25,25
902,53		409	111,74	20,00	0,07943		136,886	25,14
922,53		410	112,01	20,00	0,07943		136,806	24,80
942,53		411	112,55	20,00	0,07943		136,727	24,18
962,53		412	112,99	20,00	0,07943		136,647	23,66
982,53	12	413	113,15	20,00	0,07943		136,568	23,42

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRFS NO PONTO (m)
1002.53	13	414	111,00	20,00	0,07943		136,488	25,49
1022.53		415	111,19	20,00	0,07943		136,409	25,22
1042.53		416	111,85	20,00	0,07943		136,330	24,48
1062.53		417	112,28	20,00	0,07943		136,250	23,98
1082.53		418	112,84	20,00	0,07943		136,171	23,33
1102.53		419	113,23	20,00	0,07943		136,091	22,86
1110.75	14	419+8.217	113,13	8,22	0,03263		136,012	22,88
1122.53		420	113,46	11,78	0,04680		135,979	22,52
1142.53		421	113,73	20,00	0,07943		135,932	22,20
1162.53		422	114,19	20,00	0,07943		135,853	21,67
1182.53		423	114,87	20,00	0,07943		135,774	20,91
1202.53		424	115,41	20,00	0,07943		135,694	20,28
1222.53		425	116,16	20,00	0,07943		135,615	19,46
1242.53		426	116,79	20,00	0,07943		135,535	18,74
1262.53		427	117,46	20,00	0,07943		135,456	18,00
1282.53		428	118,12	20,00	0,07943		135,376	17,26
1302.53		429	119,01	20,00	0,07943		135,297	16,28
1322.53		430	119,59	20,00	0,07943		135,218	15,63
1342.53		431	120,04	20,00	0,07943		135,138	15,10
1362.53		432	120,57	20,00	0,07943		135,059	14,49
1370.52	15	432+7.988	120,87	7,99	0,03172		134,979	14,11
1382.53		433	120,97	12,01	0,04771		134,948	13,98
1402.53		434	121,27	20,00	0,01988		134,900	13,63
1422.53		435	121,40	20,00	0,01988		134,880	13,48
1442.53		436	121,61	20,00	0,01988		134,860	13,25
1462.53	16	437	121,69	20,00	0,01988		134,840	13,15
1476.84	17	437+14,312=PI-56	121,53	14,31	0,01423		134,820	13,29
1482.53		438	121,44	5,69	0,00565		134,806	13,36
1502.53		439	121,14	20,00	0,01988		134,800	13,66
1522.53		440	120,83	20,00	0,01988		134,781	13,95
1542.53		441	120,45	20,00	0,01988		134,761	14,31
1562.53		442	120,21	20,00	0,01988		134,741	14,53
1582.53		443	119,77	20,00	0,01988		134,721	14,95
1602.53		444	119,60	20,00	0,01988		134,701	15,10
1622.53		445	119,24	20,00	0,01988		134,681	15,44
1642.53		446	119,05	20,00	0,01988		134,661	15,61
1662.53		447	118,82	20,00	0,01988		134,641	15,82
1682.53		448	118,68	20,00	0,01988		134,621	15,94
1702.53		449	118,55	20,00	0,01988		134,602	16,05
1722.53		450	118,23	20,00	0,01988		134,582	16,35
1742.53		451	118,01	20,00	0,01988		134,562	16,55
1762.53		452	117,82	20,00	0,01988		134,542	16,72
1782.53		453	117,53	20,00	0,01988		134,522	17,00
1802.53		454	117,25	20,00	0,01988		134,502	17,25
1813.59	18	454+11,063	117,14	11,06	0,01100		134,482	17,34
1822.53		455	116,85	8,94	0,00888		134,471	17,63
1842.53		456	116,42	20,00	0,01988		134,462	18,04
1862.53		457	116,00	20,00	0,01988		134,443	18,44
1882.53		458	115,60	20,00	0,01988		134,423	18,82
1902.53		459	114,93	20,00	0,01988		134,403	19,47
1922.53		460	114,54	20,00	0,01988		134,383	19,84

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
1942,53		461	114,00	20,00	0,01988		134,363	20,37
1962,53		462	113,27	20,00	0,01988		134,343	21,07
1982,53		463	112,65	20,00	0,01988		134,323	21,68
2002,53		464	112,03	20,00	0,01988		134,303	22,28
2022,53		465	111,64	20,00	0,01988		134,283	22,64
2042,53		466	110,96	20,00	0,01988		134,264	23,30
2062,53		467	110,53	20,00	0,01988		134,244	23,71
2082,53		468	110,00	20,00	0,01988		134,224	24,22
2102,53		469	109,60	20,00	0,01988		134,204	24,60
2122,53		470	108,38	20,00	0,01988		134,184	25,81
2141,05	19	470+18,516	108,33	18,52	0,01841		134,164	25,84
2142,53		471	108,14	1,48	0,00148		134,146	26,00
2162,53		472	107,97	20,00	0,01988		134,144	26,17
2182,53		473	107,57	20,00	0,01988		134,124	26,55
2202,53		474	107,15	20,00	0,01988		134,105	26,96
2222,53		475	106,51	20,00	0,01988		134,085	27,58
2242,53		476	105,99	20,00	0,01988		134,065	28,07
2262,53		477	105,47	20,00	0,01988		134,045	28,57
2282,53		478	104,90	20,00	0,01988		134,025	29,12
2302,53		479	104,45	20,00	0,01988		134,005	29,56
2322,53		480	104,30	20,00	0,01988		133,985	29,68
2342,53		481	103,72	20,00	0,01988		133,965	30,24
2362,53		482	103,41	20,00	0,01988		133,945	30,53
2382,53		483	102,78	20,00	0,01988		133,926	31,15
2402,53		484	101,97	20,00	0,01988		133,906	31,94
2422,53		485	101,74	20,00	0,01988		133,886	32,15
2442,53		486	101,54	20,00	0,01988		133,866	32,32
2462,53		487	101,38	20,00	0,01988		133,846	32,46
2482,53		488	101,20	20,00	0,01988		133,826	32,63
2502,53	20	489	100,95	20,00	0,01988		133,806	32,86
2522,53		490	101,03	20,00	0,01988		133,786	32,76
2540,58	21	490+18,051	101,00	18,05	0,01794		133,767	32,77
2542,53		491	101,00	1,95	0,00194		133,749	32,75
2562,53		492	101,05	20,00	0,01988		133,747	32,69
2582,53		493	101,19	20,00	0,01988		133,727	32,53
2602,53		494	101,44	20,00	0,01988		133,707	32,27
2622,53		495	101,41	20,00	0,01988		133,687	32,28
2642,53		496	101,21	20,00	0,01988		133,667	32,46
2662,53		497	101,55	20,00	0,01988		133,647	32,10
2682,53	22	498	101,69	20,00	0,01988		133,627	31,94
2702,53		499	101,31	20,00	0,01988		133,607	32,30
2722,53	23	500	100,81	20,00	0,01988		133,588	32,78
2742,53	24	501	101,13	20,00	0,01988		133,568	32,44
2762,53		502	101,30	20,00	0,01988		133,548	32,25
2772,55	25	502+10,024	100,86	10,02	0,00996		133,528	32,67
2782,53		503	100,94	9,98	0,00992		133,518	32,58
2802,53		504	101,59	20,00	0,01988		133,508	31,92
2822,53		505	102,23	20,00	0,01988		133,488	31,26
2842,53		506	102,25	20,00	0,01988		133,468	31,22
2862,53		507	103,23	20,00	0,01988		133,448	30,22
2882,53		508	104,23	20,00	0,01988		133,429	29,20

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRFS NO PONTO (m)
2902,53		509	104,73	20,00	0,01988		133,409	28,68
2922,53		510	105,16	20,00	0,01988		133,389	28,23
2942,53		511	105,71	20,00	0,01988		133,369	27,66
2962,53		512	106,46	20,00	0,01988		133,349	26,89
2982,53		513	107,08	20,00	0,01988		133,329	26,25
3002,53		514	107,83	20,00	0,01988		133,309	25,48
3022,53		515	108,36	20,00	0,01988		133,289	24,93
3042,53		516	109,03	20,00	0,01988		133,269	24,24
3062,53		517	109,44	20,00	0,01988		133,250	23,81
3082,53		518	110,01	20,00	0,01988		133,230	23,22
3102,53		519	110,34	20,00	0,01988		133,210	22,87
3122,53		520	110,56	20,00	0,01988		133,190	22,63
3142,53		521	110,62	20,00	0,01988		133,170	22,55
3150,27		521+7,736	110,63	7,74	0,00769		133,150	22,52
3162,53		522	110,77	12,26	0,01219		133,143	22,37
3182,53		523	110,79	20,00	0,01988		133,130	22,35
3202,53	26	524	110,42	20,00	0,01988		133,110	22,69
3222,53		525	110,59	20,00	0,01988		133,091	22,50
3242,53		526	110,88	20,00	0,01988		133,071	22,19
3262,53		527	111,50	20,00	0,01988		133,051	21,55
3264,15	27	527+1,612	111,82	1,62	0,00161		133,031	21,21
3284,15		528	111,66	20,00	0,01988		133,029	21,37
3304,15		529	112,00	20,00	0,01988		133,009	21,01
3324,15		530	113,34	20,00	0,01988		132,990	19,65
3344,15		531	115,72	20,00	0,01988		132,970	17,25
3364,15		532	117,49	20,00	0,01988		132,950	15,46
3365,85	28	532+1,70	117,51	1,70	0,00169		132,930	15,42
3384,15		533	116,07	18,30	0,01819		132,928	16,86
3404,15		534	115,40	20,00	0,01988		132,910	17,51
3424,15		535	115,45	20,00	0,01988		132,890	17,44
3444,15	29	536	115,36	20,00	0,01988		132,870	17,51
3464,15		537	115,67	20,00	0,01988		132,850	17,18
3484,15		538	115,87	20,00	0,01988		132,830	16,96
3504,15		539	116,31	20,00	0,01988		132,811	16,50
3519,16	30	539+15,01	116,83	15,01	0,01492		132,791	15,96
3524,15	31	540	117,00	4,99	0,00496		132,776	15,77
3544,15		541	116,94	20,00	0,01988		132,771	15,83
3564,15		542	116,38	20,00	0,01988		132,751	16,37
3584,15		543	116,43	20,00	0,01988		132,731	16,30
3604,15		544	116,66	20,00	0,01988		132,711	16,06
3624,15		545	116,48	20,00	0,01988		132,691	16,21
3644,15		546	115,88	20,00	0,01988		132,671	16,79
3664,15		547	115,19	20,00	0,01988		132,652	17,46
3672,09	32	547+7,94	114,77	7,94	0,00789		132,632	17,86
3684,15		548	114,44	12,06	0,01199		132,624	18,18
3688,46		548+4,31	114,28	4,31	0,00428		132,612	18,33
3708,46		549	113,45	20,00	0,01988		132,607	19,16
3728,46		550	113,16	20,00	0,01988		132,588	19,43
3748,46		551	112,52	20,00	0,01988		132,568	20,05
3768,46		552	111,87	20,00	0,01988		132,548	20,68
3788,46		553	112,05	20,00	0,01988		132,528	20,48

DIS1 ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
3808,46		554	111,93	20,00	0,01988		132,508	20,58
3828,46		555	111,78	20,00	0,01988		132,488	20,71
3848,46		556	111,96	20,00	0,01988		132,468	20,51
3868,46		557	111,89	20,00	0,01988		132,448	20,56
3868,69	33	557+0,23	111,88	0,23	0,00023		132,429	20,55
3888,46		558	111,81	19,77	0,01965		132,428	20,62
3908,46		559	111,75	20,00	0,01988		132,409	20,66
3928,46		560	111,65	20,00	0,01988		132,389	20,73
3948,46		561	111,51	20,00	0,01988		132,369	20,86
3968,46		562	111,33	20,00	0,01988		132,349	21,02
3988,46		563	111,31	20,00	0,01988		132,329	21,02
4008,46		564	111,17	20,00	0,01988		132,309	21,14
4028,46		565	111,01	20,00	0,01988		132,289	21,28
4048,46		566	110,85	20,00	0,01988		132,269	21,42
4068,46		567	110,65	20,00	0,01988		132,250	21,60
4088,46		568	110,27	20,00	0,01988		132,230	21,96
4108,46		569	110,13	20,00	0,01988		132,210	22,08
4128,46		570	109,87	20,00	0,01988		132,190	22,32
4148,46		571	109,60	20,00	0,01988		132,170	22,57
4152,12	34	571+3,66	109,64	3,66	0,00364		132,150	22,51
4168,46		572	109,57	16,34	0,01624		132,147	22,58
4188,46		573	109,20	20,00	0,01988		132,130	22,93
4208,46		574	108,93	20,00	0,01988		132,110	23,18
4228,46		575	108,57	20,00	0,01988		132,091	23,52
4248,46		576	108,31	20,00	0,01988		132,071	23,77
4268,46		577	108,10	20,00	0,01988		132,051	23,95
4288,46		578	107,87	20,00	0,01988		132,031	24,16
4308,46		579	107,41	20,00	0,01988		132,011	24,60
4328,46		580	107,17	20,00	0,01988		131,991	24,82
4348,46		581	106,76	20,00	0,01988		131,971	25,21
4368,46		582	106,42	20,00	0,01988		131,951	25,53
4388,46		583	106,16	20,00	0,01988		131,931	25,77
4408,46		584	105,91	20,00	0,01988		131,912	26,00
4428,46		585	105,76	20,00	0,01988		131,892	26,13
4448,46		586	105,41	20,00	0,01988		131,872	26,46
4468,46		587	105,30	20,00	0,01988		131,852	26,55
4488,46		588	105,24	20,00	0,01988		131,832	26,59
4508,46		589	105,11	20,00	0,01988		131,812	26,70
4528,46		590	103,77	20,00	0,01988		131,792	28,03
4548,46		591	103,68	20,00	0,01988		131,772	28,09
4555,92	35	591+7,46	104,22	7,46	0,00742		131,753	27,53
4568,46		592	104,61	12,54	0,01247		131,745	27,14
4588,46		593	104,53	20,00	0,01988		131,733	27,20
4608,46		594	104,40	20,00	0,01988		131,713	27,31
4628,46		595	104,27	20,00	0,01988		131,693	27,42
4648,46		596	103,91	20,00	0,01988		131,673	27,76
4668,46		597	103,60	20,00	0,01988		131,653	28,05
4688,46		598	103,43	20,00	0,01988		131,633	28,21
4708,46		599	103,53	20,00	0,01988		131,613	28,08
4715,39		599+6,93	103,46	6,93	0,00689		131,593	28,14
4728,46		600	103,30	13,07	0,01299		131,587	28,29

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
4748,46		601	103,44	20,00	0,01988		131,574	28,13
4768,46		602	103,48	20,00	0,01988		131,554	28,08
4788,46		603	103,42	20,00	0,01988		131,534	28,11
4808,46		604	103,04	20,00	0,01988		131,514	28,48
4828,46		605	103,11	20,00	0,01988		131,494	28,38
4848,46	36	606	102,24	20,00	0,01988		131,474	29,24
4868,46		607	102,33	20,00	0,01988		131,454	29,13
4888,46		608	103,05	20,00	0,01988		131,434	28,39
4908,46	37	609	103,69	20,00	0,01988		131,415	27,72
4928,46		610	104,29	20,00	0,01988		131,395	27,10
4948,46		611	104,37	20,00	0,01988		131,375	27,01
4968,46	38	612	103,81	20,00	0,01988		131,355	27,55
4988,46		613	103,76	20,00	0,01988		131,335	27,57
5008,46		614	103,76	20,00	0,01988		131,315	27,56
5028,46		615	104,58	20,00	0,01988		131,295	26,71
5048,46		616	104,47	20,00	0,01988		131,275	26,80
5068,46		617	105,21	20,00	0,01988		131,255	26,05
5082,35		617+13,89	105,94	13,89	0,01381		131,236	25,29
5088,46		618	106,16	6,11	0,00607		131,222	25,06
5108,46		619	106,35	20,00	0,01988		131,216	24,87
5128,46		620	106,37	20,00	0,01988		131,196	24,83
5148,46		621	106,62	20,00	0,01988		131,176	24,55
5168,46	39	622	106,79	20,00	0,01988		131,156	24,37
5188,16	40	622+19,70	106,58	19,70	0,01958		131,136	24,56
5188,46		623	106,59	0,30	0,00030		131,117	24,53
5208,46		624	104,66	20,00	0,01988		131,116	26,46
5228,46		625	104,21	20,00	0,01988		131,096	26,89
5248,46	41	626	104,04	20,00	0,01988		131,077	27,04
5268,46		627	104,86	20,00	0,01988		131,057	26,20
5288,46		628	106,10	20,00	0,01988		131,037	24,93
5308,46	42	629	106,58	20,00	0,01988		131,017	24,44
5328,46		630	106,52	20,00	0,01988		130,997	24,48
5348,46		631	105,79	20,00	0,01988		130,977	25,19
5368,46		632	105,54	20,00	0,01988		130,957	25,42
5369,91	43	632+1,45	105,49	1,45	0,00144		130,937	25,45
5388,46		633	104,85	18,55	0,01844		130,936	26,08
5408,46		634	104,30	20,00	0,01988		130,918	26,61
5428,46		635	104,39	20,00	0,01988		130,898	26,51
5442,64	44	635+14,18	103,66	14,18	0,01410		130,878	27,22
5448,46	45	636	102,93	5,82	0,00579		130,864	27,93
5468,46		637	103,73	20,00	0,01988		130,858	27,13
5488,46	46	638	103,99	20,00	0,01988		130,838	26,85
5504,36	47	638+15,90	103,94	15,90	0,01581		130,818	26,88
5508,46		639	103,66	4,10	0,00408		130,802	27,14
5528,46		640	103,05	20,00	0,01988		130,798	27,75
5548,46	48	641	101,89	20,00	0,01988		130,778	28,89
5568,46		642	102,27	20,00	0,01988		130,758	28,49
5588,46		643	103,00	20,00	0,01988		130,739	27,74
5608,46		644	102,95	20,00	0,01988		130,719	27,76
5628,46		645	103,90	20,00	0,01988		130,699	26,80
5648,46		646	104,04	20,00	0,01988		130,679	26,64

DISI ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NTC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
5668,46	49	647	104,12	20,00	0,01988		130,659	26,54
5688,46		648	103,93	20,00	0,01988		130,639	26,71
5708,46		649	103,56	20,00	0,01988		130,619	27,06
5728,46		650	103,38	20,00	0,01988		130,599	27,22
5747,01	50	650+18,55	102,91	18,55	0,01844		130,580	27,67
5748,46		651	102,90	1,45	0,00144		130,561	27,66
5768,46		652	102,67	20,00	0,01988		130,560	27,89
5788,46		653	102,49	20,00	0,01988		130,540	28,05
5808,46		654	102,26	20,00	0,01988		130,520	28,26
5828,46		655	101,98	20,00	0,01988		130,500	28,52
5848,46		656	101,77	20,00	0,01988		130,480	28,71
5868,46	51	657	101,48	20,00	0,01988		130,460	28,99
5881,00	52	657+12,54	101,67	12,54	0,01247		130,440	28,77
5888,46		658	101,88	7,46	0,00742		130,428	28,55
5892,23		658+3,77	101,95	3,77	0,00375		130,420	28,48
5912,23		659	101,71	20,00	0,01988		130,417	28,71
5932,23		660	102,06	20,00	0,01988		130,397	28,34
5952,23		661	102,32	20,00	0,01988		130,377	28,05
5972,23		662	102,44	20,00	0,01988		130,357	27,91
5992,23		663	102,89	20,00	0,01988		130,337	27,45
6012,23		664	103,24	20,00	0,01988		130,317	27,07
6032,23		665	103,59	20,00	0,01988		130,297	26,71
6052,23		666	103,94	20,00	0,01988		130,278	26,34
6072,23		667	104,23	20,00	0,01988		130,258	26,03
6092,23		668	104,41	20,00	0,01988		130,238	25,83
6112,23		669	105,01	20,00	0,01988		130,218	25,20
6132,23		670	105,47	20,00	0,01988		130,198	24,73
6143,75	53	670+11,52	106,05	11,52	0,01145		130,178	24,13
6152,23		671	106,09	8,48	0,00843		130,167	24,07
6172,23		672	106,11	20,00	0,01988		130,158	24,05
6192,23		673	106,59	20,00	0,01988		130,138	23,54
6212,23		674	107,06	20,00	0,01988		130,118	23,06
6232,23		675	107,41	20,00	0,01988		130,099	22,69
6252,23		676	107,65	20,00	0,01988		130,079	22,43
6272,23		677	107,91	20,00	0,01988		130,059	22,15
6292,23		678	108,11	20,00	0,01988		130,039	21,93
6312,23	54	679	108,29	20,00	0,01988		130,019	21,73
6332,23		680	108,22	20,00	0,01988		129,999	21,78
6334,26	55	680+2,03	108,28	2,03	0,00202		129,979	21,70
6352,23		681	108,18	17,97	0,01786		129,977	21,80
6372,23		682	108,08	20,00	0,01988		129,959	21,88
6392,23		683	108,01	20,00	0,01988		129,940	21,93
6412,23		684	107,95	20,00	0,01988		129,920	21,97
6432,23		685	107,79	20,00	0,01988		129,900	22,11
6446,59	56	685+14,36	107,89	14,36	0,01428		129,880	21,99
6452,23		686	107,52	5,64	0,00561		129,866	22,35
6472,23		687	107,26	20,00	0,01988		129,860	22,60
6492,23		688	106,99	20,00	0,01988		129,840	22,85
6512,23		689	106,75	20,00	0,01988		129,820	23,07
6532,23		690	106,40	20,00	0,01988		129,800	23,40
6552,23		691	106,17	20,00	0,01988		129,780	23,61

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NF (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
6572,23		692	105,92	20,00	0,01988		129,761	23,84
6592,23		693	105,59	20,00	0,01988		129,741	24,15
6612,23		694	105,28	20,00	0,01988		129,721	24,44
6632,23		695	105,11	20,00	0,01988		129,701	24,60
6652,23		696	104,89	20,00	0,01988		129,681	24,79
6655,07	57	696+2,84	104,88	2,84	0,00282		129,661	24,78
6672,23		697	104,59	17,16	0,01706		129,658	25,06
6692,23		698	104,12	20,00	0,01988		129,641	25,52
6712,23		699	104,11	20,00	0,01988		129,621	25,51
6732,23		700	103,91	20,00	0,01988		129,602	25,69
6752,23		701	103,67	20,00	0,01988		129,582	25,91
6772,23		702	103,50	20,00	0,01988		129,562	26,06
6792,23		703	103,40	20,00	0,01988		129,542	26,14
6812,23		704	103,22	20,00	0,01988		129,522	26,30
6832,23		705	103,12	20,00	0,01988		129,502	26,39
6852,23		706	103,04	20,00	0,01988		129,482	26,44
6858,60	58	706+6,37	103,00	6,37	0,00633		129,462	26,46
6872,23		707	102,96	13,63	0,01355		129,456	26,50
6892,23		708	102,71	20,00	0,01988		129,442	26,73
6912,23		709	102,38	20,00	0,01988		129,423	27,04
6932,23		710	102,17	20,00	0,01988		129,403	27,23
6952,23		711	101,88	20,00	0,01988		129,383	27,50
6972,23		712	101,62	20,00	0,01988		129,363	27,75
6987,00	59	712+14,77	101,49	14,77	0,01468		129,343	27,85
6992,23		713	101,55	5,23	0,00520		129,328	27,78
7012,23		714	101,18	20,00	0,01988		129,323	28,15
7032,23		715	100,80	20,00	0,01988		129,303	28,50
7052,23		716	100,48	20,00	0,01988		129,283	28,80
7072,23		717	99,97	20,00	0,01988		129,264	29,29
7092,23		718	99,55	20,00	0,01988		129,244	29,70
7108,94	60	718+16,71	99,00	16,71	0,01661		129,224	30,23
7112,23		719	99,08	3,29	0,00327		129,207	30,13
7132,23		720	98,25	20,00	0,01988		129,204	30,95
7152,23		721	98,67	20,00	0,01988		129,184	30,51
7172,23		722	98,12	20,00	0,01988		129,164	31,05
7181,96	61	722+9,73	98,48	9,73	0,00967		129,144	30,67
7192,23		723	98,37	10,27	0,01021		129,135	30,76
7212,23		724	98,53	20,00	0,01988		129,124	30,59
7232,23		725	98,40	20,00	0,01988		129,104	30,70
7239,88	62	725+7,65	98,13	7,65	0,00760		129,085	30,95
7252,23		726	98,44	12,35	0,01228		129,077	30,64
7272,23		727	98,25	20,00	0,01988		129,065	30,82
7292,23		728	98,47	20,00	0,01988		129,045	30,58
7294,32	63	728+2,09	98,29	2,09	0,00208		129,025	30,74
7312,23		729	98,65	17,91	0,01780		129,023	30,38
7332,23		730	98,62	20,00	0,01988		129,005	30,39
7352,23		731	98,33	20,00	0,01988		128,985	30,66
7372,23		732	98,34	20,00	0,01988		128,965	30,62
7392,23		733	98,54	20,00	0,01988		128,945	30,41
7412,23		734	98,62	20,00	0,01988		128,926	30,30
7432,23		735	98,84	20,00	0,01988		128,906	30,06

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NFC (m)	H (m)	PRFS NO PONTO (m)
7452.23		736	98,95	20,00	0,01988		128,886	29,94
7472.23		737	98,91	20,00	0,01988		128,866	29,96
7492.23		738	98,93	20,00	0,01988		128,846	29,92
7512.23		739	99,01	20,00	0,01988		128,826	29,82
7532.23		740	98,57	20,00	0,01988		128,806	30,24
7552.23		741	98,50	20,00	0,01988		128,786	30,29
7572.23		742	98,85	20,00	0,01988		128,766	29,91
7592.23		743	98,99	20,00	0,01988		128,747	29,76
7612.23		744	98,82	20,00	0,01988		128,727	29,91
7632.23		745	99,04	20,00	0,01988		128,707	29,67
7652.23		746	99,14	20,00	0,01988		128,687	29,55
7672.23		747	99,45	20,00	0,01988		128,667	29,22
7692.23		748	99,77	20,00	0,01988		128,647	28,88
7712.23		749	100,03	20,00	0,01988		128,627	28,60
7732.23		750	100,57	20,00	0,01988		128,607	28,04
7752.23		751	100,39	20,00	0,01988		128,588	28,20
7772.23		752	100,36	20,00	0,01988		128,568	28,21
7792.23		753	100,50	20,00	0,01988		128,548	28,04
7812.23		754	100,68	20,00	0,01988		128,528	27,85
7832.23		755	101,52	20,00	0,01988		128,508	26,99
7852.23		756	101,67	20,00	0,01988		128,488	26,82
7867.70	64	756+15,47	101,68	15,47	0,01538		128,468	26,79
7872.23		757	101,31	4,53	0,00450		128,453	27,14
7892.23		758	101,87	20,00	0,01988		128,448	26,58
7912.23		759	101,87	20,00	0,01988		128,428	26,56
7932.23	65	760	102,36	20,00	0,01988		128,409	26,05
7952.23	66	761	100,69	20,00	0,01988		128,389	27,70
7972.23		762	101,06	20,00	0,01988		128,369	27,31
7983.13	67	762+10,90	101,08	10,90	0,01084		128,349	27,27
7992.23		763	100,79	9,10	0,00905		128,338	27,54
8012.23		764	100,81	20,00	0,01988		128,329	27,52
8032.23		765	101,41	20,00	0,01988		128,309	26,90
8052.23		766	101,92	20,00	0,01988		128,289	26,37
8072.23		767	101,79	20,00	0,01988		128,269	26,48
8083,44	68	767+11,21	102,46	11,21	0,01114		128,250	25,79
8092.23		768	102,48	8,79	0,00874		128,238	25,76
8112.23		769	102,63	20,00	0,01988		128,230	25,60
8132.23		770	102,51	20,00	0,01988		128,210	25,70
8152.23		771	102,93	20,00	0,01988		128,190	25,26
8172.23		772	103,11	20,00	0,01988		128,170	25,06
8192.23		773	103,41	20,00	0,01988		128,150	24,74
8212.23		774	104,15	20,00	0,01988		128,130	23,98
8232.23		775	104,27	20,00	0,01988		128,110	23,84
8252.23		776	104,75	20,00	0,01988		128,090	23,34
8265,94	69	776+13,71	104,88	13,71	0,01363		128,071	23,19
8272.23		777	104,97	6,29	0,00625		128,057	23,09
8292.23		778	105,08	20,00	0,01988		128,051	22,97
8312.23		779	105,54	20,00	0,01988		128,031	22,49
8332.23		780	105,58	20,00	0,01988		128,011	22,44
8352.23		781	105,74	20,00	0,01988		127,991	22,25
8372.23		782	106,00	20,00	0,01988		127,971	21,97

DIS1 ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COIA (m)	L (m)	J (m)	PRFSS NO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
8392.23		783	106,23	20,00	0,01988		127,951	21,72
8412.23		784	106,59	20,00	0,01988		127,931	21,34
8432.23		785	106,96	20,00	0,01988		127,912	20,96
8452.23		786	107,67	20,00	0,01988		127,892	20,22
8472.23		787	108,00	20,00	0,01988		127,872	19,87
8492.23		788	108,23	20,00	0,01988		127,852	19,63
8512.23		789	108,69	20,00	0,01988		127,832	19,14
8532.23		790	108,87	20,00	0,01988		127,812	18,94
8552.23		791	109,62	20,00	0,01988		127,792	18,17
8572.23		792	110,40	20,00	0,01988		127,772	17,38
8586.17	70	792+13,94	110,77	13,94	0,01386		127,752	16,98
8592.23		793	110,92	6,06	0,00602		127,739	16,82
8612.23		794	111,90	20,00	0,01988		127,733	15,83
8632.23		795	113,09	20,00	0,01988		127,713	14,63
8652.23		796	114,75	20,00	0,01988		127,693	12,94
8672.23		797	117,01	20,00	0,01988		127,673	10,66
8692.23		798	118,47	20,00	0,01988		127,653	9,18
8700.48	71	798+8,25	119,02	8,25	0,00820		127,633	8,61
8712.23		799	119,75	11,75	0,01168		127,625	7,88
8732.23		800	119,25	20,00	0,01988		127,613	8,37
8752.23		801	119,26	20,00	0,01988		127,593	8,34
8771.54	72	801+19,31	120,10	19,31	0,01920		127,574	7,48
8772.23		802	120,03	0,69	0,00069		127,554	7,52
8792.23		803	119,52	20,00	0,01988		127,554	8,03
8812.23		804	118,80	20,00	0,01988		127,534	8,74
8832.23	73	805	118,66	20,00	0,01988		127,514	8,86
8852.23		806	118,99	20,00	0,01988		127,494	8,51
8872.23		807	118,92	20,00	0,01988		127,474	8,55
8892.23		808	119,26	20,00	0,01988		127,454	8,19
8912.23		809	120,36	20,00	0,01988		127,434	7,08
8932.23		810	121,84	20,00	0,01988		127,414	5,57
8952.23	74	811	122,60	20,00	0,01988		127,395	4,79
8967.74	75	811+15,51	121,95	15,51	0,01542		127,375	5,43
8972.23		812	121,84	4,49	0,00446		127,359	5,52
8992.23		813	121,54	20,00	0,01988		127,355	5,81
9012.23		814	120,76	20,00	0,01988		127,335	6,57
9032.23		815	120,20	20,00	0,01988		127,315	7,12
9052.23		816	119,74	20,00	0,01988		127,295	7,55
9072.23		817	119,22	20,00	0,01988		127,275	8,05
9088.06	76	817+15,83	118,54	15,83	0,01574		127,255	8,72
9092.23		818	118,42	4,17	0,00415		127,240	8,82
9112.23		819	118,03	20,00	0,01988		127,236	9,21
9132.23		820	117,84	20,00	0,01988		127,216	9,38
9152.23		821	117,55	20,00	0,01988		127,196	9,65
9172.23		822	117,19	20,00	0,01988		127,176	9,98
9192.23		823	116,72	20,00	0,01988		127,156	10,44
9212.23		824	115,78	20,00	0,01988		127,136	11,36
9232.23		825	115,37	20,00	0,01988		127,116	11,74
9252.23		826	114,99	20,00	0,01988		127,096	12,10
9272.23	77	827	114,79	20,00	0,01988		127,077	12,29
9292.23		828	115,40	20,00	0,01988		127,057	11,65

DISI ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
9311,87	78	828+19,64	115,67	19,64	0,01952		127,037	11,37
9312,23		829	115,71	0,36	0,00036		127,017	11,31
9332,23		830	114,96	20,00	0,01988		127,017	12,05
9352,23		831	114,83	20,00	0,01988		126,997	12,17
9372,23		832	114,55	20,00	0,01988		126,977	12,43
9392,23		833	114,61	20,00	0,01988		126,957	12,35
9412,23		834	114,26	20,00	0,01988		126,937	12,68
9432,23		835	114,51	20,00	0,01988		126,917	12,40
9440,68		835+8,45	114,79	8,45	0,00840		126,898	12,11
9452,23		836	114,74	11,55	0,01148		126,889	12,15
9472,23		837	113,14	20,00	0,01988		126,878	13,74
9492,23		838	112,10	20,00	0,01988		126,858	14,76
9512,23		839	110,82	20,00	0,01988		126,838	16,02
9532,23		840	109,81	20,00	0,01988		126,818	17,01
9552,23		841	109,39	20,00	0,01988		126,798	17,41
9572,23		842	108,47	20,00	0,01988		126,778	18,30
9592,23		843	108,25	20,00	0,01988		126,758	18,51
9612,23		844	108,33	20,00	0,01988		126,739	18,41
9632,23		845	108,00	20,00	0,01988		126,719	18,71
9652,23	79	846	107,92	20,00	0,01988		126,699	18,77
9672,23		847	108,37	20,00	0,01988		126,679	18,31
9692,23		848	109,20	20,00	0,01988		126,659	17,46
9712,23		849	109,92	20,00	0,01988		126,639	16,72
9732,23		850	111,43	20,00	0,01988		126,619	15,19
9752,23		851	112,64	20,00	0,01988		126,599	13,96
9772,23		852	114,16	20,00	0,01988		126,579	12,42
9786,93	80	852+14,70	114,64	14,70	0,01461		126,560	11,92
9792,23	81	853	114,71	5,30	0,00527		126,545	11,84
9812,23		854	114,71	20,00	0,01988		126,540	11,83
9832,23		855	114,65	20,00	0,01988		126,520	11,87
9852,23		856	114,46	20,00	0,01988		126,500	12,04
9872,23		857	114,29	20,00	0,01988		126,480	12,19
9892,23		858	113,89	20,00	0,01988		126,460	12,57
9912,23		859	113,82	20,00	0,01988		126,440	12,62
9932,23		860	113,59	20,00	0,01988		126,420	12,83
9952,23		861	113,50	20,00	0,01988		126,401	12,90
9972,23		862	113,14	20,00	0,01988		126,381	13,24
9992,23		863	112,69	20,00	0,01988		126,361	13,67
10012,23		864	112,30	20,00	0,01988		126,341	14,05
10023,55	82	864+11,32	112,08	11,32	0,01125		126,321	14,24
10032,23		865	111,70	8,68	0,00863		126,310	14,61
10052,23		866	110,73	20,00	0,01988		126,301	15,58
10072,23		867	109,24	20,00	0,01988		126,281	17,04
10092,23		868	107,75	20,00	0,01988		126,261	18,52
10112,23		869	105,83	20,00	0,01988		126,241	20,41
10132,23		870	104,10	20,00	0,01988		126,222	22,12
10152,23		871	102,98	20,00	0,01988		126,202	23,23
10172,23		872	102,18	20,00	0,01988		126,182	24,00
10192,23		873	101,37	20,00	0,01988		126,162	24,79
10212,23		874	100,91	20,00	0,01988		126,142	25,23
10232,23	83	875	100,78	20,00	0,01988		126,122	25,34

DIST ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	J (m)	PRESSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
10252.23	84	876	103.03	20.00	0.01988		126.102	23.08
10272.23		877	102.79	20.00	0.01988		126.082	23.30
10292.23	85	878	102.14	20.00	0.01988		126.063	23.92
10312.23		879	102.15	20.00	0.01988		126.043	23.89
10332.23		880	102.69	20.00	0.01988		126.023	23.33
10352.23		881	104.12	20.00	0.01988		126.003	21.88
10372.23		882	105.38	20.00	0.01988		125.983	20.60
10392.23		883	106.06	20.00	0.01988		125.963	19.91
10400.66	86	883+8.43	106.54	8.43	0.00838		125.943	19.41
10412.23		884	107.32	11.57	0.01150		125.935	18.61
10416.20	87	884+3.97	107.50	3.97	0.00395		125.923	18.43
10432.23		885	107.38	16.03	0.01594		125.919	18.54
10452.23		886	107.82	20.00	0.01988		125.903	18.08
10472.23		887	107.83	20.00	0.01988		125.884	18.06
10492.23		888	107.82	20.00	0.01988		125.864	18.04
10512.23		889	107.88	20.00	0.01988		125.844	17.97
10532.23		890	107.98	20.00	0.01988		125.824	17.84
10552.23		891	108.32	20.00	0.01988		125.804	17.49
10572.23		892	108.65	20.00	0.01988		125.784	17.14
10592.23		893	108.67	20.00	0.01988		125.764	17.10
10612.23		894	108.63	20.00	0.01988		125.744	17.12
10632.23		895	108.63	20.00	0.01988		125.725	17.10
10652.23		896	108.59	20.00	0.01988		125.705	17.11
10672.23		897	108.58	20.00	0.01988		125.685	17.10
10692.23		898	108.69	20.00	0.01988		125.665	16.97
10712.23		899	109.15	20.00	0.01988		125.645	16.49
10732.23		900	109.43	20.00	0.01988		125.625	16.19
10752.23		901	109.44	20.00	0.01988		125.605	16.16
10763.03		901+10,8	109.88	10,80	0.01074		125.585	15.70
10772.23		902	110.08	9.20	0.00915		125.575	15.49
10792.23		903	110.08	20.00	0.01988		125.565	15.49
10812.23		904	110.70	20.00	0.01988		125.546	14.85
10832.23		905	110.93	20.00	0.01988		125.526	14.60
10852.23		906	111.54	20.00	0.01988		125.506	13.97
10862.22	88	906+9.99	111.69	9.99	0.00993		125.486	13.79
10872.23		907	112.02	10.01	0.00995		125.476	13.46
10892.23		908	112.72	20.00	0.01988		125.466	12.75
10912.23		909	113.15	20.00	0.01988		125.446	12.29
10932.23		910	113.67	20.00	0.01988		125.426	11.76
10952.23		911	114.42	20.00	0.01988		125.406	10.99
10972.23		912	115.18	20.00	0.01988		125.387	10.20
10992.23		913	115.66	20.00	0.01988		125.367	9.70
11004.02	89	913+11,79	116.19	11.79	0.01172		125.347	9.16
11012.23		914	116.47	8.21	0.00816		125.335	8.87
11032.23		915	117.37	20.00	0.01988		125.327	7.96
11040.98	90	915+8,75	117.70	8.75	0.00870		125.307	7.60
11052.23		916	117.98	11,25	0.01118		125.298	7.32
11072.23	91	917	118.17	20.00	0.01988		125.287	7.12
11082.73	92	917 + 10,5	118.59	10,50	0.01044		125.267	6.68
11102.73	93	918	117.70	20.00	0.01988		125.257	7.56
11122.73		919	117.76	20.00	0.01988		125.237	7.48

DIS1 ACUM (m)	PONTO ADUTORA	ESTACA ADUTORA	COTA (m)	L (m)	I (m)	PRELSSÃO NEC (m)	H (m)	PRES NO PONTO (m)
11142.73		920	118,10	20,00	0,01988		125,217	7,12
11162.73		921	118,59	20,00	0,01988		125,197	6,61
11182.73		922	118,99	20,00	0,01988		125,177	6,19
11202.73	94	923	119,18	20,00	0,01988		125,157	5,98
11222.73		924	119,30	20,00	0,01988		125,137	5,84
11242.73		925	119,63	20,00	0,01988		125,118	5,49
11262.73		926	119,88	20,00	0,01988		125,098	5,22
11282.73		927	120,02	20,00	0,01988		125,078	5,06
11302.73		928	120,30	20,00	0,01988		125,058	4,76
11322.73		929	120,48	20,00	0,01988		125,038	4,56
11342.73		930	120,67	20,00	0,01988		125,018	4,35
11362.73	95	931	120,80	20,00	0,01988		124,998	4,20
11382.73		932	120,93	20,00	0,01988		124,978	4,05
11402.73		933	120,89	20,00	0,01988		124,959	4,07
11414,20	96	933 + 11,47	120,96	11,47	0,01140		124,939	3,98
11438,00		reservatório	120,28	23,80	0,02366		124,927	4,65

2.2 - Avaliação dos Transientes Hidráulicos e Dimensionamento do Sistema de Proteção do Trecho em Recalque da Adutora

Os transitórios hidráulicos no trecho em recalque da adutora de Serra do Félix foram analisados a partir de simulações computacionais, empregando-se programa específico desenvolvido na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelos professores Podalyro Amaral de Sousa, Jose Rodolfo Scarati Martins e Francisco Martins Fadiga Junior, baseado no método das características, e que permite simular qualquer condição de contorno para problemas desse tipo

O sumário dos cálculos hidráulicos são melhor visualizados em forma de planilha de cálculo e gráficos de resultados apresentados em anexo, os quais se descreve a seguir

A primeira página apresenta o sumário computacional dos elementos utilizados na simulação, incluindo desde a memória de cálculo do sistema de recalque até o cálculo da celeridade da onda nas tubulações, por trecho de material empregado

A segunda página mostra o resultado da simulação para a condição de inexistência de equipamento de proteção contra o golpe de ariete. Note-se que por considerações de segurança, não se deve considerar os efeitos atenuadores do golpe patrocinados pelas ventosas, pois as mesmas não são equipamentos confiáveis ao longo dos anos, em decorrência de falhas de manutenção, possibilidade de entupimentos, ações de vandalismo, etc

Verificou-se mesmo assim que a sobrepressão máxima alcançada no golpe de ariete para condição de parada das bombas por falta de energia elétrica ou desligamento normal, é de apenas 125,35 mca, ficando dentro da faixa admitida pela classe de pressão das tubulações empregadas, no caso RPVC Classe 18 kgf/cm² e Ferro Fundido Classe K-7

A envoltória das pressões mínimas ou subpressões ficaram todas positivas, isto é, em nenhuma circunstância a linha piezométrica mínima cortou o perfil do terreno natural, assegurando assim a existência de pressões sempre acima da pressão atmosférica local, o que previne fenômenos de separação de coluna e cavitação por golpe de ariete

A rigor, o perfil do terreno natural é bastante favorável ao projeto da adutora, e não haveria necessidade de instalação de equipamentos para proteção contra o golpe de ariete, porém, devido a importância do sistema, convém incluir uma válvula antecipadora de onda modelo BERMAD 735M,

ajustada para abrir quando a queda de pressão no sistema atingir 50% do valor da pressão estática (50,56 mca) e, aliviar a pressão quando esta ultrapassar 10% do valor da pressão de serviço do sistema ($1,1 \times 121,47 \text{ mca} = 133,61 \text{ mca}$) Esta válvula deverá ser instalada logo após o barrilete das bombas na estaca 1

ANÁLISE DE TRANSITÓRIOS HIDRÁULICOS NA ADUTORA DE FERRÃO FELIX

EE - ELEVATORIA DE AGUA BRUTA

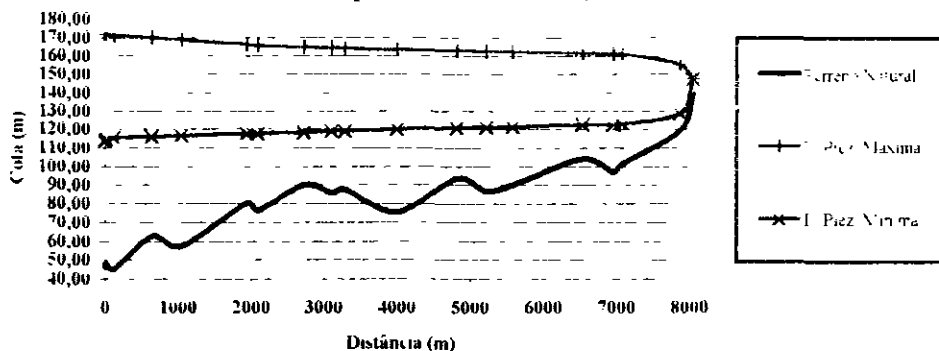
Dados e Parâmetros Básicos do Projeto		
Características Gerais do Sistema Elevatório		
1) Tipo de instalação	Fixa	
2) Nº de conjuntos motor-bomba	2	
3) Tipo de bombas	Eixo horizontal	
4) Nível de água mín. no Canal do Trabalhador	46.4	
5) Nível de água máx. no Canal do Trabalhador	48.9	
6) Cota máx. na chegada (Câmara de Carga)	147.53	
7) Vazão unitária por bomba (l/s)	11.71	
8) Altura manométrica cr. Hg médio (m)	121.47	
9) Rotação da bomba	3500	
10) Rai. interno da bomba	55	
11) Potência da bomba (cv)	34.48	
12) Rendimento do motor	68	
13) Potência do conj. motor-bomba (cv)	39.18	
14) Reserva de potência recomendada	10%	
15) Potência requerida pelo conj. m. bob.	43.1	
16) Potência comercial do motor (cv)	50	
17) Inércia da bomba (GD^2 ; $(kgf \times m^2)$)	0.188	
18) Inércia do motor (GD^2 ; $(kgf \times m^2)$)	0.1916	
19) Inércia por conjunto ($(kgf \times m^2)$)	0.3796	
20) Inércia global do sistema ($(kgf \times m^2)$)	0.7592	
Características da Linha de Recalque	Trecho I	Trecho II
1) Vazão total do sistema Q (l/s)	23.42	23.42
2) Diâmetro Nominal da adutora D (mm)	200	200
3) Material da adutora	RPVC	FoFo
4) Classe do tubo	18	K 7
5) Espessura do tubo "e" (mm)	4.5	5.4
6) Diâmetro externo "De" (mm)	222	220
7) Diâmetro interno "Di" (m)	0.195	0.209
8) Coef. Rugosidade H.W.C	150	130
9) Perda de carga unitária J" (m/m)	0.002770527	0.002575682
10) Velocidade "V" (m/s)	0.790724374	0.688249098
11) Comprimento do trecho L (m)	7867.72	180
12) Perda de carga distribuída "hd" (m)	21.7977	0.4636
13) Coef. Rugosidade aprox. D-W "r"	0.01695297	0.022296987
14) Coef. Rugosidade Colebrook (f)		
$R_s = VD/n$ $n = 1.007 \text{ m}^2/\text{s}$	0.0184	0.0193
	148059	148080
Celeridade da Onda	Trecho I	Trecho II
1) Material da adutora	RPVC	FoFo
2) Módulo de elasticidade E (Gpa)	5.8	170
3) Coeficiente de Poisson (n)	0.4	0.25
Material	E (Gpa)	Coef Poisson
FoFo	170	0.25
Aço	210	0.27
PVC Defofo	30	0.40
PEAD	2	0.40
RPVC	5.8	0.40
4) Compressibilidade do fluido (Cob)	2.19	2.19
5) Massa específica do fluido (ρ)	1000	1000
6) Massa específica do fluido (ρ)	1000	1000
7) Celeridade C (m/s)	323.54	1049.16

Resultados em Função do Perfil do Terreno Natural e do Transitorio Hidraulico Calculado

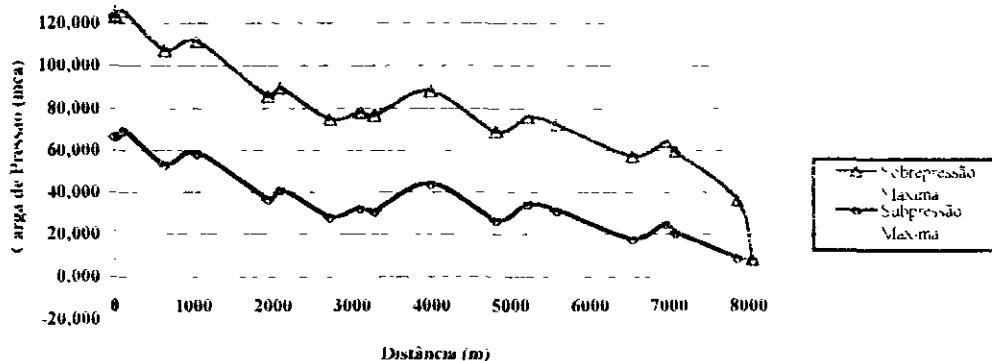
SISTEMA ORIGINAL SEM PROTEÇÃO CONTRA O GOLPE DE ARIETE - ANÁLISE PRELIMINAR

Estaca	Dist da EE	Cota	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep Max	Subp Max	Amplitude	Observação
0	0	46 40	171 75	113 85	125 350	67 253	58 100	RPVC
1	20	46 25	171 70	114 90	120 450	66 650	56 800	RPVC
5	123	45 23	171 41	115 41	120 150	70 180	56 000	RPVC
10	640	52 52	189 93	116 00	107 470	55 500	53 910	RPVC
22	1042 97	57 26	166 60	116 48	111 540	59 220	52 320	RPVC
37	1542 97	80 50	166 25	117 56	85 750	37 080	48 690	PPVC
54+11 66	2094 85	76 65	165 82	117 70	88 740	41 020	46 720	RPVC
76	2722 57	89 99	164 91	118 46	74 920	28 470	46 450	RPVC
105	3102 97	86 11	164 52	118 89	78 510	32 730	45 730	RPVC
134	3282 97	87 78	164 46	119 09	77 700	31 310	45 390	RPVC
150	3497 63	75 63	163 66	120 00	68 030	44 370	43 660	RPVC
171	4817 03	93 79	163 13	120 76	68 330	26 970	42 360	RPVC
191	5217 03	80 51	162 78	121 20	70 270	34 690	41 580	RPVC
219	5577 03	90 00	162 55	121 52	71 550	31 520	41 030	RPVC
247	6537 03	104 10	161 83	122 39	57 730	15 290	38 440	RPVC
268	6957 03	97 11	161 61	123 67	64 500	25 560	36 940	RPVC
294	7077 03	101 49	161 44	123 79	58 950	21 300	36 650	PPVC
323	7667 73	119 30	155 67	125 78	37 370	0 480	26 890	RPVC
402= Cam. Cu. 94	6347 72	139 53	147 53	147 53	0 000	0 000	0 000	FaFc

Transitorio Hidraulico da Adutora de Serra do Felix
Trecho em Recalque - Sistema Sem Proteção



Transitorio Hidraulico da Adutora de Serra do Felix
Trecho em Recalque - Sistema Sem Proteção



2.3- Blocos de Ancoragem

Para calcular os esforços resultantes da pressão nas mudanças de direção da tubulação, foram utilizadas as fórmulas seguintes:

- Cálculo do Empuxo

$$E = 2ps \gamma \sin \frac{\alpha}{2}$$

onde: E = empuxo (N)

p = pressão interna (kg/cm^2)

α = ângulo de deflexão da peça ($^\circ$)

s = área de seção transversal do tubo (m^2)

γ = peso específico da água (t)

- Cálculo da área em contato com o solo

$$a = \frac{s \times p}{\sigma h} \times \tan \frac{\alpha}{2}$$

onde: a = lado do encosto (cm)

s = seção do tubo (cm^2)

p = pressão interna (kg/cm^2)

σ = tensão admissível do terreno (kg/cm^2)

h = altura de ancoragem (cm)

- Resultados

O quadro 01 a seguir mostra o resultado obtido através da utilização do programa específico desenvolvido pela Barbaraí.

Com o objetivo de facilitar a construção dos blocos de ancoragem, procurou-se padronizá-los o máximo possível, definindo-se blocos-tipo, e o resultado obtido este no quadro 02 seguinte:

Quadro 03

PRESSÃO (kg/cm ²)	DIMENSÕES	CONEXÃO				
		TÊ	C 90°	C 45°	C 22°30'	C 11°15'
< 2	E (daN)	68	1095	592	302	152
	V (m ³)	0,01	0,13	0,10	0,05	0,03
	L (m)	0,04	0,44	0,32	0,16	0,08
	h (m)	0,32	0,42	0,32	0,32	0,32
	C (m)	0,93	0,71	1,01	0,98	0,95
2 < 4	E (daN)	137	2189	1184	604	303
	V (m ³)	0,02	0,26	0,09	0,10	0,05
	L (m)	0,07	0,62	0,40	0,31	0,16
	h (m)	0,32	0,62	0,52	0,32	0,32
	C (m)	0,94	0,68	0,44	1,03	0,92
4 < 6	E (daN)	205	3284	1777	906	455
	V (m ³)	0,03	0,62	0,22	0,10	0,08
	L (m)	0,11	0,75	0,52	0,37	0,24
	h (m)	0,32	0,82	0,62	0,42	0,32
	C (m)	0,96	1,02	0,70	0,67	1,00
6 < 8	E (daN)	274	4379	2369	1208	607
	V (m ³)	0,05	0,89	0,30	0,10	0,10
	L (m)	0,15	0,89	0,67	0,41	0,31
	h (m)	0,32	0,92	0,62	0,52	0,32
	C (m)	0,97	1,08	0,73	0,45	1,03
8 < 10	E (daN)	342	5473	2961	1510	759
	V (m ³)	0,06	1,18	0,45	0,15	0,08
	L (m)	0,18	1,02	0,74	0,50	0,31
	h (m)	0,32	1,02	0,72	0,52	0,42
	C (m)	0,90	1,12	0,85	0,55	0,64
10 < 12,5	E (daN)	428	6705	3701	1887	948
	V (m ³)	0,07	1,65	0,67	0,23	0,11
	L (m)	0,19	1,16	0,83	0,54	0,38
	h (m)	0,32	1,12	0,82	0,62	0,42
	C (m)	1,09	1,27	0,99	0,68	0,68
DADOS :		$G = 1 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$ $\text{alt Recob} = 0.80 \text{ s/lencol frático}$ $\phi = 40^\circ$				

Quadro 02
Blocos de Aneorougem
Tipos Adotados

PRESSÃO (kg/cm ²)	DIMENSÕES	CONEXÃO				
		TÊ	C 90°	C 45°	C 22°30'	C 11°15'
< 2	E (daN)	68	1095	592	302	152
	L (m)	0,05	0,45	0,30	0,15	0,10
	h (m)	0,30	0,40	0,30	0,30	0,30
	C (m)	0,95	0,70	1,00	1,00	0,95
	V (m ³)	0,01	0,13	0,09	0,05	0,03
2 < 4	E (daN)	137	2189	1189	604	303
	L (m)	0,10	0,60	0,40	0,30	0,15
	h (m)	0,35	0,60	0,50	0,30	0,30
	C (m)	0,95	0,70	0,50	1,00	0,95
	V (m ³)	0,03	0,25	0,10	0,09	0,04
4 < 6	E (daN)	205	3284	1777	906	455
	L (m)	0,10	0,75	0,50	0,35	0,25
	h (m)	0,35	0,80	0,60	0,40	0,30
	C (m)	0,95	1,00	0,70	0,70	1,00
	V (m ³)	0,03	0,60	0,21	0,10	0,08
6 < 8	E (daN)	274	4379	2369	1208	607
	L (m)	0,15	0,90	0,65	0,40	0,30
	h (m)	0,35	0,90	0,60	0,50	0,30
	C (m)	1,00	0,90	0,70	0,55	1,00
	V (m ³)	0,05	0,73	0,27	0,11	0,09
8 < 10	E (daN)	342	5473	2961	1510	759
	L (m)	0,20	1,00	0,75	0,50	0,35
	h (m)	0,35	1,00	0,70	0,50	0,40
	C (m)	1,00	1,10	0,85	0,60	0,70
	V (m ³)	0,07	1,10	0,45	0,15	0,10
10 < 12,5	E (daN)	428	6705	3701	1887	948
	L (m)	0,20	1,15	0,85	0,55	0,40
	h (m)	0,35	1,10	0,80	0,60	0,40
	C (m)	1,10	1,30	1,00	0,70	0,70
	V (m ³)	0,08	1,65	0,68	0,23	0,11

3 - Estação de Tratamento de Água (ETA)

3.1 - Dimensionamento da ETA

- Dados de projeto

- vazão ----- 23,42 l/s
- tempo de funcionamento ----- 24 horas

- Número de filtros

$$n = 0,044 \sqrt{Q} \quad Q = \text{vazão em m}^3/\text{dia}$$

$$n = 0,044 \sqrt{2023,5}$$

$$n = 1,98 \quad \text{Adotado 2 filtros}$$

- Taxa de filtração

- adotado inicialmente $\rightarrow 200 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$

- área necessária $\rightarrow A = \frac{2023,5}{200} = 10,12 \text{ m}^2$

- área de cada filtro $\rightarrow A = \frac{\pi \cdot 2,50^2}{4} = 4,91 \text{ m}^2$

- área total de filtração $\rightarrow 4,91 \times 2 = 9,82 \text{ m}^2$

- taxa de filtração efetiva $\rightarrow \frac{2023,5}{9,82} = 206,06 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$

- Vazão de lavagem

- tempo de lavagem : 9 min

- velocidade : $0,9 \text{ m}/\text{min} = 0,015 \text{ m}/\text{s}$

$$Q = 4,91 \times 0,015$$

$$Q = 0,074 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2 - Perdas de carga Filtros / Reservatório de AT

- Filtro : CLA II - 250

• vazão da filtração : 23,42 l/s

• desnível geométrico : 143,28 - 138,75 = 4,53 m

- Perdas de carga

• contínuas (L = 15,0 m) ϕ 250 mm

• $v = 0,48$ m/s $h_f = 0,02$ m

• localizadas $h_f \approx 2,00$ m

• Totais $h_h \approx 2,00$ m

- Perdas de carga Filtros na Lavagem

• vazão de lavagem : 0,074 m³/s = 266,40 m³/h

• Perdas de carga localizadas

fundo filtro (ϕ furo 1/4") $\longrightarrow h_f = 2,60$ m

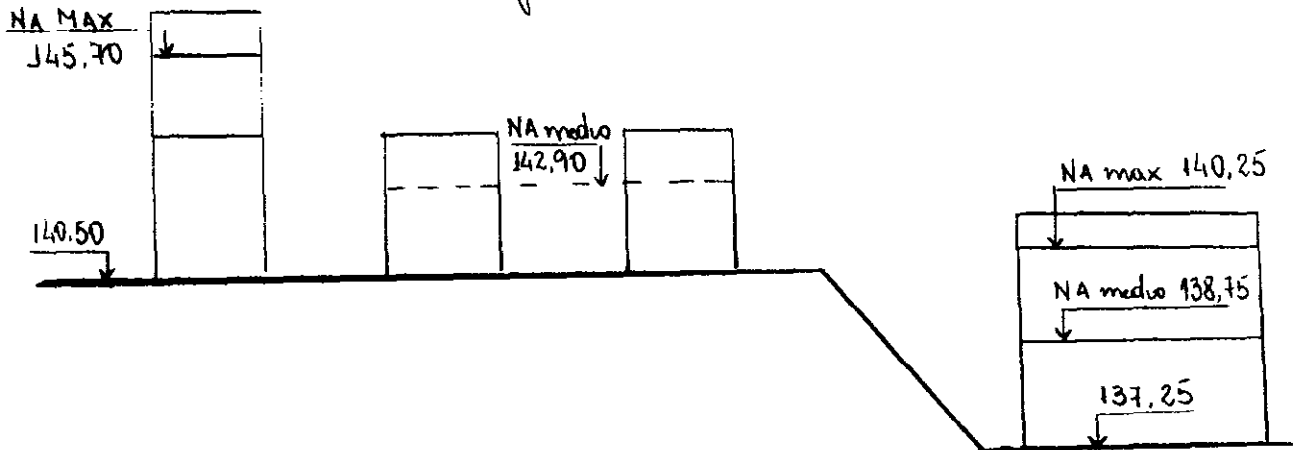
camada pedregulho H = 0,70 m $\longrightarrow h_f = 0,19$ m

camada areia H = 1,60 m $\longrightarrow h_f = 1,40$ m

calha vertedora L = 2,70 m Q = 0,070 $\longrightarrow h_f = 0,08$ m

TOTAL $\longrightarrow 4,27$ m

3.3 - Perdas de carga na E.B



- Perdas de carga

- Sucção - ϕ 200 mm $Q = 37$ l/s $C = 120$

ecivo	52,00
Extremidade $L = 0,75$ m	0,75
Registro de gaveta	1,70
Junta de desmontagem	0,50
Toco $L = 0,50$ m	0,50
Redução excêntrica	1,00

TOTAL $\rightarrow 56,45 \times 0,00862 = 0,49$ m

• Recalque

Redução concentrica (ϕ 150)	1,00
Junta de desmontagem (ϕ 150)	0,50
Registro de gaveta (ϕ 150)	1,10
Curva 90° (ϕ 150)	3,40
Toco $L = 0,75$	0,75

TOTAL $\rightarrow 6,75 \times 0,035 = 0,24$

Redução (ϕ 150 x 200)	1,00
Tê e/ Saída lateral (ϕ 200)	13,00
Junta de desmontagem (ϕ 200)	1,00
Tê passagem direta	1,30
Registro de gaveta (ϕ 200)	1,40

TOTAL $\rightarrow 20,70 \times 0,031 = 0,64$

TOTAL $\rightarrow 1,37$

• Contínuas $L = 25 \text{ m}$ $\phi 200 \text{ mm}$ $C = 120$
 $25 \times 0,031 = 0,78 \text{ m}$

Resumo das Perdas

• Contínuas	-----	0,78 m
• Localizadas	-----	0,49 m
		1,37 m
• Desniv. Geométrico	---	<u>4,53 m</u>
TOTAL		$7,17 \text{ m} \times 1,10 = 7,89 \text{ m}$

3.4 - Seleção das Bombas

- Taxa de lavagem	-----	0,90 m/min
- Número de bombas	-----	2A + 1R
- Vazão unitária	-----	0,074 m ³ /s
- Altura Manométrica total	-----	EB = 7,89
		Filtros = 4,27
		Desn Geom = <u>4,53</u>
		TOTAL = 16,69 = 16,70 m

- Potência da bomba

$$\frac{74 \times 16,7}{75 \times 0,90} \times 1,10 = 20,14 \text{ cv} \Rightarrow 20 \text{ CV}$$

4 - Reservatório

4.1 - Reservação da ETA

O reservatório foi dimensionado para atender as populações das localidades objeto do presente projeto e também as localidades que deverão ser abastecidas em segunda etapa pelo mesmo sistema ou seja:

<u>CIDADES</u>	<u>POPULAÇÃO ANO 2018</u>	<u>ETAPA</u>
Serra do Felix	4032 hab	1
Boqueirão do Lisócio	3612 hab	1
Boqueirão Quermada	1800 hab	2
Sucubim	1800 hab	2
TOTAL →		11244 hab

- Volume consumido diariamente

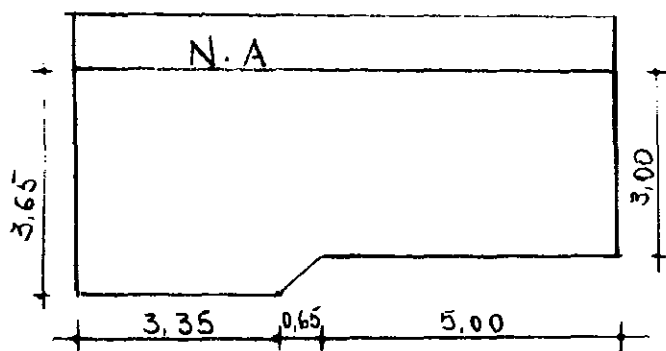
$$0,150 \text{ m}^3/\text{dia} \times 11244 \text{ hab} = 1686,6 \text{ m}^3$$

- Volume a armazenar

$$1686,6 \times \frac{1}{3} = 562,20 \text{ m}^3$$

- Tamanho do reservatório

A melhor relação de reservação Área x Volume e o reservatório circular, no entanto devido a topografia escolheu-se um reservatório retangular, que permite uma melhor acomodação no terreno, com as seguintes características e dimensões:



volume

$$3,35 \times 18,00 \times 3,65 = 220,095 \text{ m}^3$$

$$5,00 \times 18,00 \times 3,00 = 270,00 \text{ m}^3$$

$$\frac{3,65 + 3,00}{2} \times 18,00 \times 0,65 = 38,90 \text{ m}^3$$

$$\text{TOTAL} \approx \underline{\underline{530 \text{ m}^3}}$$

4.2 - Reservação em Boqueirão do Cesário

Apesar da reservação prevista em Serra do Felice ser suficiente para o sistema, optou-se para dotar a localidade de Boqueirão do Cesário de mais um reservatório para dar maior flexibilidade ao sistema e reservar aproximadamente $\frac{1}{3}$ do consumo diário.

Consumo diário:

$$3612 \text{ hab} \times 0,15 \text{ m}^3/\text{dia} = 541,80 \text{ m}^3$$

Reservação

$$541,80 \times \frac{1}{3} = 180,60 \text{ m}^3$$

Adotou-se um reservatório apoiado de 150 m^3 prevendo um poço de sucção para uma possível estação de bombeamento, caso a prefeitura resolva construir um reservatório elevado para distribuição da água por rede.

O reservatório adotado tem as seguintes dimensões e volume:

$$7,10 \times 7,10 \times 3,00 \approx \underline{\underline{148 \text{ m}^3}}$$

5 - PROJETO ELÉTRICO

5.1 - Introdução

Esta memoria de calculo visa dimensionar a sub-estação e equipamentos eletricos destinados as estações de captação e tratamento d'agua e filtros do projeto Adutora Serra do Felix

As subestações transformadoras, classe 15 kV, serão do tipo aerea e ao tempo, instaladas em postes de concreto armado, padrão COELCE Estas subestações estarão ligadas ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV, atraves da linha de distribuição rural e que fornecerão aos motores das bombas tensão de 380 V, trifásico

Os motores eletricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto compensada instaladas na casa de bombas da estação de captação e por chaves de partida direta instaladas na casa de bombas da estação de tratamento e filtros

As chaves de comando também protegerão os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase

As chaves de comando e proteção dos motores serão instaladas em quadros de chapa metalica de aço de espessura mínima de 2,0 mm, estrutura auto-portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção destes quadros, respeitando-se o que prescrevem as NORMAS ABNT NBR 5414, NBR 6808 e 6146 Os quadros metalicos deverão ter grau de proteção mínimo IP-44

Os motores eletricos serão do tipo totalmente fechados (NBR 7094 e 5432) e terão grau de proteção mínimo IP-54

5.2 - Potência da Subestação

5.2.1 - Captação

A carga instalada prevista para a captação será de (2) dois motores eletricos efetivos e (1) motor reserva, instalados na casa de bombas

- Características do Motor: 50 CV

Potência Nominal	50 CV
Tensão Nominal	380 V

Corrente Nominal	73 A
Fator de Potência	0,92
Rendimento	0,88
Rotação	3 500 r p m
Frequência	60 Hz

5 2 2 - Potência Instalada da Subestação - Captação

$$P_{se} = \frac{2 \times 50 \times 0,736}{0,92 \times 0,88} = 90,9 \text{ KVA}$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 112,5 KVA – 13 800/380/220 V (Padrão COELCE)

- Condutores Secundários:

$$I_s = \frac{112,5}{\sqrt{3} \times 0,38} = 171 \text{ A}$$

Sfase = 3 x 70 mm² (1 condutor p/ fase – PVC – 750 V)

Eletroduto Ø 3"

Sneuro = 1 x 35 mm² (1 condutor neutro – PVC – 750 V)

- Corrente de curto circuito no secundário do transformador:

Para uma impedância percentual de 3,5%

$$I_k = \frac{171}{3,5} \times 100 = 4885 \text{ A} = 4,88 \text{ KA}$$

- Proteção primária

$$I_p = \frac{112,5}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 4,7 \text{ A}$$

Será instalada chave fusível 15 kV – 5 KA – 100 A com elo fusível de 6 A – (6K)

- Proteção Secundária:

$$I = \frac{112,5}{\sqrt{3} \times 0,38} \times 171 \text{ A}$$

Sera instalado disjuntor geral trifásico de 380 V - 5 KA - 175 a 200 A

5.2.3 Tratamento e Filtros - ETA

A carga instalada prevista para o tratamento de agua e filtros sera de 2 motores elétricos efetivos e 1 um motor reserva, instalados na casa de bombas

- Características do Motor: 7,5 CV

Potência Nominal	7.5 CV
Tensão Nominal	380 V
Corrente Nominal	13 A
Fator de Potência	0.89
Rendimento	0.82
Rotação	1 750 r p m
Frequência	60 Hz

5.2.4 - Potência Instalada da Subestação - ETA

$$P_{se} = \frac{2 \times 7,5 \times 0,736}{0,82 \times 0,89} = 15,12 \text{ KVA}$$

Sera instalada uma subestação tipo poste de 15 KVA - 13 800/380/220 V (Padrão COELCE)

- Condutores Secundários:

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0,38} = 22,8 \text{ A}$$

Sfase = 3 x 4 mm² (1 condutor p/ fase - PVC - 750 V)

Sneutro = 1 x 4 mm² (1 condutor neutro - PVC - 750 V)

- Proteção primária

$$I_p = \frac{15}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 62 \text{ A}$$

Será utilizada chave fusível 15 kV - 2 KA - 100 A com elo fusível de 1 A - (1H)

- **Proteção Secundária:**

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0,38} \times 2284$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V – 5 KA – 30 A

5.3 - Motores Elétricos

Motor 50 CV

- Corrente nominal 73 A

- Condutores

Sfase = 25 mm² (3 condutores unipolares – 750V – PVC) – eletroduto Ø 1 1/2”

- **Proteção**

Curto circuito

Fusível tipo NH – 125 A – 500 V

Sobrecarga

relé bimetálico de sobrecarga com faixa de regulação 63 a 80 A, ajuste 73 A

- **Motor 7,5 CV**

Corrente nominal 13 A

Condutores

Sfase 2,5 mm² (3 condutores unipolares – PVC-750 V) – eletroduto Ø 3/4”

- **Proteção**

- Curto circuito

Fusível tipo DIAZED – 25 A – 500 V

Sobrecarga

relé bimetálico de sobrecarga com faixa de regulação 10 a 16 A, ajuste 13 A