

GOVERNO DO ESTADO



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**

# PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA SERRA DO FELIX

TOMO III - RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE  
CONCEPÇÃO

ESC  
ENGENHARIA E SERVIÇOS E CONSULTORIA

FORTALEZA- CE  
OUTUBRO DE 1998



## PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA SERRA DO FELIX

### TOMO III - RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO

Lote: 02424 -  Prep  Scan  Index ( )

Projeto Nº 0232/03

Volume 1

Qtd. A4 color. Qtd. A3

Qtd. A2 Qtd. A1

Qtd. A0 Outros

Executado por:

0232/03

ex.1

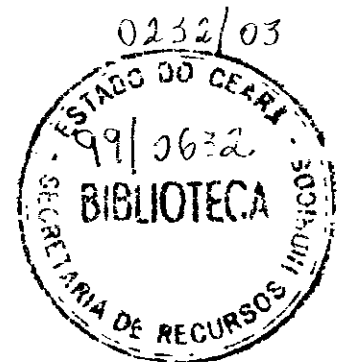
ESC - Engenharia  
Serviços e Consultoria

Outubro/1998

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DA**  
**SERRA DO FÉLIX**

**TOMO III – RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO**



Nº Revisão	Data	Discriminação	VER	APR	AUT
	Out/98	Edição Preliminar			

ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....</b>	<b>5</b>
2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	5
2.2 - CLIMA	5
2.3 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS	8
2.4 - ASPECTOS SÓCIO ECONÔMICOS	9
2.4.1 - Distrito de Serra do Félix.....	9
2.4.2 - Localidade de Boqueirão do Cezário .....	9
2.5 - ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO	10
<b>3 - SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>11</b>
3.1 - PARÂMETROS BÁSICOS DO PROJETO	11
3.2 - VAZÃO DE PROJETO	12
3.3 - FONTE HÍDRICA	12
3.4 - O SISTEMA	19
<b>4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>21</b>
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 - Composição dos Custos das Alternativas e Conclusões.....	27
<b>5 - EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>39</b>

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 – Plantas

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 III – RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO**

## **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, entrava-se em colapso.

Destaca-se ainda que o sistema adutor em estudo, em seu trecho inicial deverá comportar uma demanda adicional que, em uma segunda etapa, atenderá 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

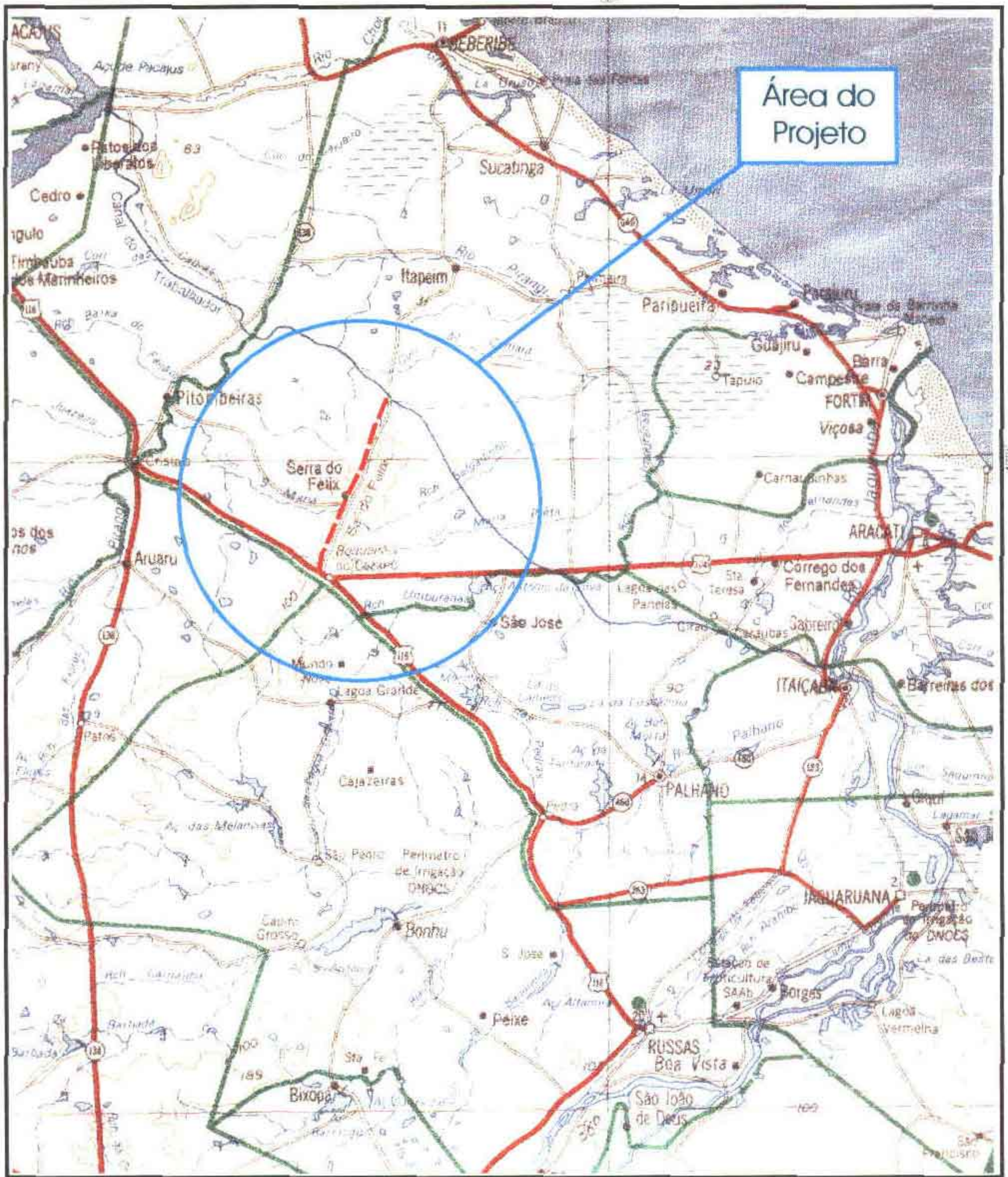
#### a) Precipitação Pluviométrica

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



**CONVENÇÃO**

<p>Linhas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000</p>	<p>Linhas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000</p>	<p>Linhas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000</p>
---	---	---

**FIGURA 2.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO**

ESCALA: —

FONTE

IPLANCE - 1994  
(escala 1:500.000)

**PROJETO EXECUTIVO  
DO SISTEMA ADUTOR  
SERRA DO FÉLIX**

**ESC - Engenharia  
Serviços e Consultoria**



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

f) Evaporação

A evaporação média anual observada em tanque Classe "A" é 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) Sinópsse 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 matiz 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 Félix 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.

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**

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

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**

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

### 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 ( $Q_2$ )

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

Com base nestes parâmetros, apresenta-se a seguir os Quadros 3 1 a 3 6 a evolução da demanda de água para as comunidades a serem atendidas

### 3 2 - VAZÃO DE PROJETO

Como definido no Relatório dos Estudos Básicos e Alternativa de traçado a vazão de demanda média é de 19,52 l/s para 24 h de funcionamento

É de conhecimento de todos que o preço da energia torna-se em certos momentos do dia, quando o consumo é máximo, tão caro que pode elevar os custos de bombeamento a níveis dificilmente suportáveis para pequenas comunidades

No intuito de tornar esses custos mais suportáveis esta Consultora propõe que o bombeamento diário seja reduzido de 24 h para 20 horas, mesmo que para tanto no dimensionamento da adutora o diâmetro da tubulação seja maior

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 utilizada em caso de crescimento inesperado das comunidades abastecidas, ou ainda dar uma sobrevida a adutora aumentando sua vida útil por mais alguns anos

Em consequência do exposto, as vazões de projeto adotadas para o dimensionamento estão definidas no Quadro 3 7 apresentado na sequência

### 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 m<sup>3</sup>/ano, beneficiando uma população de 11 244 habitantes no ano 2018, distribuídas nas localidades de Serra do Félix e Boqueirão do Cesário Isto corresponde a vazão média de 19,52 l/s

**QUADRO 3.1 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA PARA POPULAÇÃO TOTAL**

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m <sup>3</sup> /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**

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m <sup>3</sup> /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



**QUADRO 3.3 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA – SERRA DO FÉLIX, 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	3816	208 926,00	6,63	7,96
1999	3951	216 317,25	6,86	8,23
2000	4090	223 927,50	7,10	8,52
2001	4234	231 811,50	7,35	8,82
2002	4383	239 969,25	7,61	9,13
2003	4538	248 455,50	7,88	9,46
2004	4698	257 215,00	8,16	9,79
2005	4864	266 304,00	8,44	10,13
2006	5035	275 666,25	8,74	10,49
2007	5213	285 411,75	9,05	10,86
2008	5397	295 485,75	9,37	11,24
2009	5587	305 888,25	9,70	11,64
2010	5784	316 674,00	10,04	12,05
2011	5988	327 843,00	10,40	12,48
2012	6199	339 395,25	10,76	12,91
2013	6418	351 385,50	11,14	13,37
2014	6644	363 759,00	11,53	13,84
2015	6878	376 570,50	11,94	14,33
2016	7121	389 874,75	12,36	14,83
2017	7372	403 617,00	12,80	15,36
2018	7632	417 852,00	13,25	15,90

**QUADRO 3.4 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA – BOQUEIRÃO DO CESÁRIO**

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

**QUADRO 3.5 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA – LAGOA QUEIMADA E SUÇUARANA**

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m <sup>3</sup> /ano	l/s	
1998	900	49 275,00	1,56	1,87
1999	932	51 027,00	1,62	1,94
2000	965	52 833,75	1,68	2,02
2001	999	54 695,25	1,73	2,08
2002	1034	56 611,50	1,80	2,16
2003	1070	58 582,50	1,86	2,23
2004	1108	60 663,00	1,92	2,30
2005	1147	62 798,25	1,99	2,39
2006	1188	65 043,00	2,06	2,47
2007	1229	67 287,75	2,13	2,56
2008	1273	69 696,75	2,21	2,65
2009	1318	72 160,50	2,29	2,75
2010	1364	74 679,00	2,37	2,84
2011	1412	77 307,00	2,45	2,94
2012	1462	80 044,50	2,54	3,05
2013	1514	82 891,50	2,63	3,16
2014	1567	85 793,25	2,72	3,26
2015	1622	88 804,50	2,82	3,38
2016	1679	91 925,25	2,91	3,49
2017	1739	95 210,25	3,02	3,62
2018	1800	98 550,00	3,13	3,76

**QUADRO 3.6 – EVOLUÇÃO DA DEMANDA – SURUBIM E LAGOA COMPRIDA**

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)
		m <sup>3</sup> /ano	l/s	
1998	900	49 275,00	1,56	1,87
1999	932	51 027,00	1,62	1,94
2000	965	52 833,75	1,68	2,02
2001	999	54 695,25	1,73	2,08
2002	1034	56 611,50	1,80	2,16
2003	1070	58 582,50	1,86	2,23
2004	1108	60 663,00	1,92	2,30
2005	1147	62 798,25	1,99	2,39
2006	1188	65 043,00	2,06	2,47
2007	1229	67 287,75	2,13	2,56
2008	1273	69 696,75	2,21	2,65
2009	1318	72 160,50	2,29	2,75
2010	1364	74 679,00	2,37	2,84
2011	1412	77 307,00	2,45	2,94
2012	1462	80 044,50	2,54	3,05
2013	1514	82 891,50	2,63	3,16
2014	1567	85 793,25	2,72	3,26
2015	1622	88 804,50	2,82	3,38
2016	1679	91 925,25	2,91	3,49
2017	1739	95 210,25	3,02	3,62
2018	1800	98 550,00	3,13	3,76

**Quadro 3.7 – 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
<b>T O T A I S</b>	<b>11.244</b>	<b>1.686.600,00</b>	<b>19,52</b>	<b>23,42</b>

#### 3.4 - O SISTEMA

O sistema adutor proposto será composto de

- ✓ uma captação - localizada à margem do Canal do Trabalhador, composta de uma tomada d'água e de uma estação de bombeamento que captará a água através de bombas centrífugas que pressurizarão uma adutora,
- ✓ duas adutoras - numa primeira etapa uma adutora abastecerá as localidades de Serra do Félix e Boqueirão do Cezário, com extensão aproximada de 19 km - na segunda etapa outra adutora, que deverá ter início na anteriormente implantada em algum ponto a ser definido posteriormente, aduzirá água até as localidades de Surubim, Lagoa Comprida, Lagoa Queimada e Suçuarana com aproximadamente de 15 km de comprimento,
- ✓ uma ETA - uma estação de tratamento d'água, dimensionada para atender a demanda total até o horizonte do projeto, cuja localização será definida no Capítulo 4
- ✓ uma reservação - um volume de reservação que suprirá 1 dia de consumo, será acumulado em um ou mais reservatórios

## 4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

### 4.1 - GENERALIDADES

As diversas alternativas estudadas 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 tendo encontrado 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 8,7 km do local onde deverá ser instalada a captação.



000023

**LEGENDA**

- Adutora 1ª Etapa
- Adutora 2ª Etapa

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

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

#### 4.3 - ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO

##### 4.3.1 - Considerações Iniciais

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.



300025

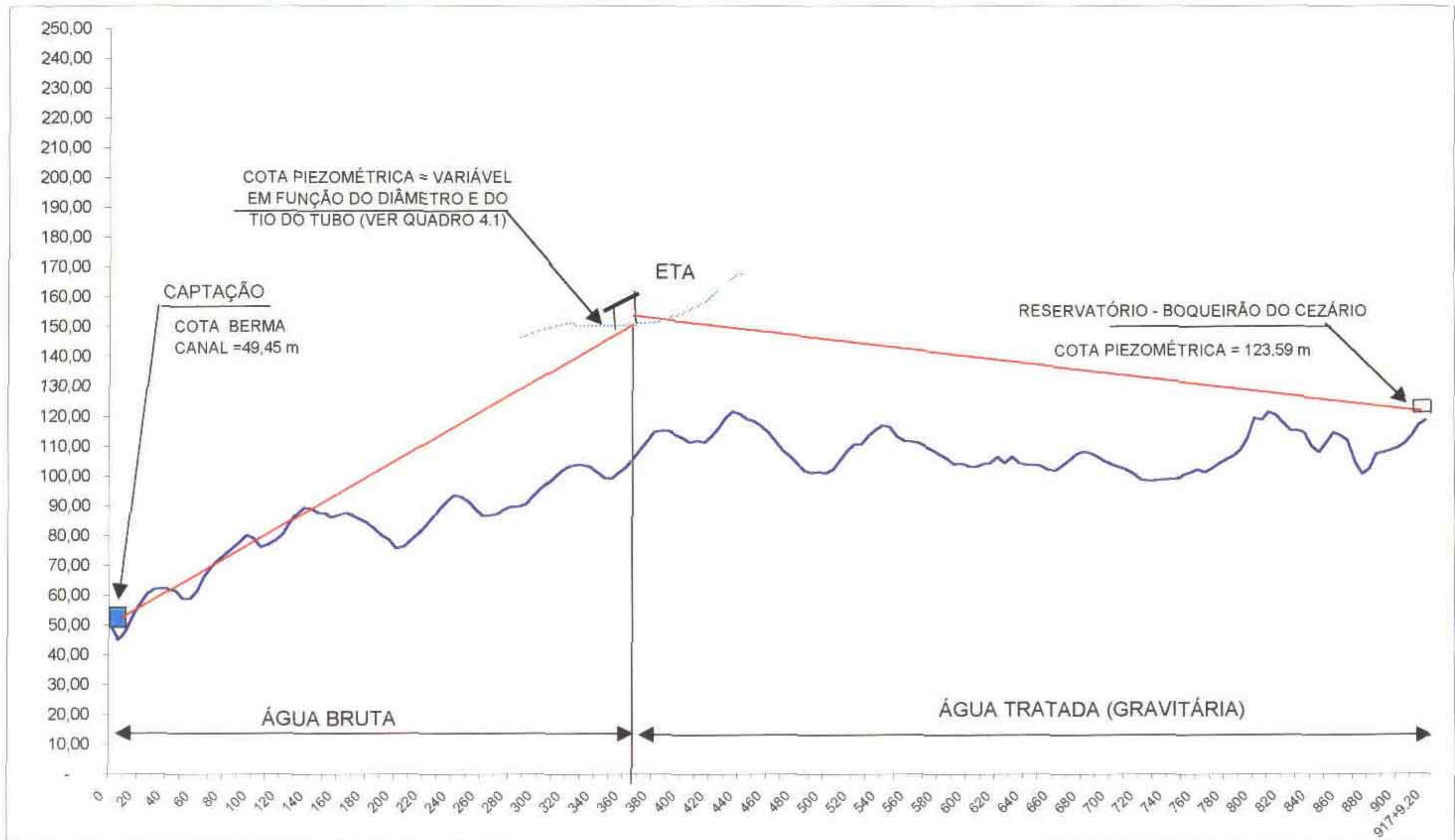


FIGURA 4.2 - ALTERNATIVA 1 - DESENHO ESQUEMÁTICO

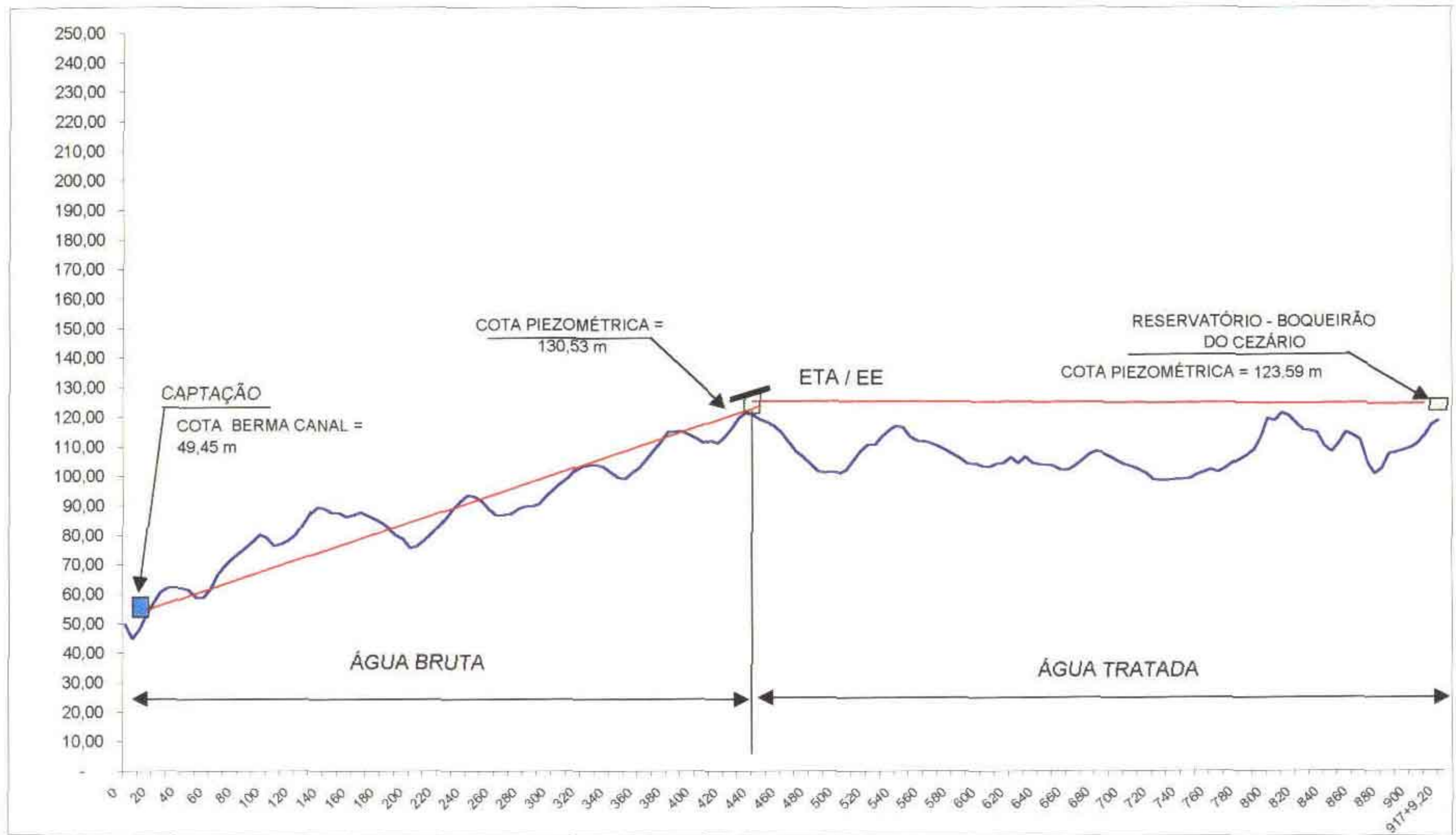


FIGURA 4.3 - ALTERNATIVA 2 - DESENHO ESQUEMÁTICO

000026

- ✓ os custos com a operação do sistema foi estimado, 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, exigirá tubos de classe de pressão alta, como pode-se observar no Quadro 4 1

#### 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

Quadro 4 1- DEFINIÇÃO DOS COMPRIMENTOS, COTAS E PERDAS DE CARGAS  
DO 2º TRECHO – SEGUNDO O DIÂMETRO UTILIZADO – ALTERNATIVA 1

DESCRIÇÃO	Diâmetros (mm)					
	FºFº			RPVC		
	100	150	200	100	150	200
<b>Extensão (m)</b>						
Adutora de Água Tratada	11 449,20	11 169,20	11 129,20	11 549,2	11 189,20	11 129,20
1 – Est 379 – Est 9/17 + 9 20	10 749,20	10 749,20	10 749,20	10 749,20	10 749,20	10 749,20
2 – Trecho de ligação	700,00	420,20	380,00	800,00	440,00	380,00
<b>Perdas de Cargas</b>						
Perda de Carga Total	89,80	13,08	3,33	111,57	15,67	3,78
1- Estaca 379 – Estaca 917+9.20m	84,31	12,59	3,22	103,84	15,05	3,65
2- Trecho de ligação	5,49	0,49	0,11	7,73	0,62	0,13
Estaca da ETA	35	21	19	40	22	19
Cota Piezométrica na Est 379	207,86	136,17	126,81	227,43	138,64	127,24
Cota TN na ETA	209,66	136,47	127,84	237,34	139,53	127,84
Cota Piezométrica na ETA	213,35	136,66	126,92	235,16	139,26	127,37

#### 4.3.4 - Composição dos Custos das Alternativas e Conclusões

Nos Quadros 4 2 e 4 10 são apresentados os parâmetros de cálculos utilizados na composição dos custos das alternativas, bem como todos os custos estimados para os diferentes diâmetros estudados

Da análise dos Quadros citados, observa-se que o diâmetro que apresentou menor custo anual foi o de 150mm para os dois trechos em algumas alternativas, ou o diâmetro de 200mm no trecho 1 e 150 mm no trecho 2 para as demais alternativas

Definido o diâmetro econômico, nas alternativas estas foram comparadas entre si, conforme mostra o Quadro 4 11, no qual são apresentados os respectivos custos dos investimentos e custos anuais

A alternativa com menor custo anual é a **alternativa 1 F**, caracterizada por ter um único bombeamento, com tubulação em RPVC de 200mm para o trecho 1 e em PVC de 150mm para o trecho 2

Face ao exposto, recomenda-se portanto a adoção da alternativa citada, destacando ainda que a adoção de um único bombeamento, e conseqüentemente a ETA localizada em cota 139,53m, permitirá que a adução de água a partir da ETA seja gravitária não só para a localidade de Boqueirão do Cezário, como também para a localidades a serem atendidas na segunda etapa de implantação do sistema, Lagoa Queimada e Surubim

**QUADRO 4 2 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 1 - A**  
**tubulação em Ferro Fundido**  
 Características 1 bombeamento / trecho gravitário

**VAZÃO (trecho 1)** 23,42 l/s  
**VAZÃO (trecho 2)** 7,53 l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)		
<b>PARÂMETROS DE CALCULO</b>				
<b>I</b>	<b>CAPTAÇÃO (EE - 1)</b>	<b>150 -159,6</b>	<b>150 -159,6</b>	<b>150 -159,6</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,18	1,18	1,18
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,009577	0,009577	0,009577
3	Perda de Carga Total (m)	79,49	76,81	76,43
4	Pressão necessária na EIA (m)	9,00	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)	160,21	87,02	78,39
6	Comprimento do Trecho (m)	8 300,00	8 020,00	7 980,00
7	Altura Manométrica ( m)	248,70	172,83	163,82
8	Potência Consumida (CV)	119,48	83,03	78,70
9	Potência Consumida (kW)	91,16	63,35	60,05
10	Potência Instalada (CV)	125,00	100,00	100,00
11	Potência Instalada (kW)	95,38	76,30	76,30
<b>II</b>	<b>TRECHO GRAVITARIO</b>	<b>100 - 108</b>	<b>150 -159,6</b>	<b>200 - 211,2</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,83	0,38	0,22
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,007843	0,001171	0,000299
3	Perda de Carga Total (m)	89,80	13,08	3,33
4	Altura Manométrica ( m)	94,76	17,88	9,25
5	Pressão Final no Trecho (m)	4,96	4,80	5,92
6	Comprimento do Trecho (m)	11 449,20	11 169,20	11 129,20
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>				
1	Custo do Tubo / metro (Trecho 1)	59,00	59,00	80,00
2	Custo do Tubo / metro (Trecho 2)	39,00	59,00	80,00
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	983 029,74	1 188 770,94	1 605 172,80
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	196 605,95	237 754,19	321 034,56
5	Custo Total da Adutora (3+4)	1 179 635,69	1 426 525,13	1 926 207,36
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	54 600,00	38 675,00	36 400,00
7	Custo da Obra Civil (35% de 6)	19 110,00	13 536,25	12 740,00
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	49 140,00	34 807,50	32 760,00
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6+7+ 8)	122 850,00	87 018,75	81 900,00
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>1 302 485,69</b>	<b>1 513.543,88</b>	<b>2 008 107,36</b>
<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>				
1	Custo Anual de Energia	58 494,53	41 399,66	39 538,53
2	Custo de Operação	42 588,00	42 588,00	42 588,00
3	Custo de Manutenção	60 098,79	67 192,88	87 556,84
4	Amortização Anual da Adutora	11 826,56	14 301,77	19 311,38
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	1 364,44	966,47	909,62
<b>DESPESA TOTAL ANUAL</b>		<b>174.372,30</b>	<b>166.448,79</b>	<b>189.904,38</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,05</b>	<b>1,00</b>	<b>1,14</b>

**QUADRO 4.3 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 1 - B**

tubulação em Ferro Fundido

VAZÃO (trecho 1)

23,42 l/s

Características 1 bombeamento c/ trecho gravitário

VAZÃO (trecho 2)

7,53 l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)		
<b>PARÂMETROS DE CALCULO</b>				
<b>I</b>	<b>CAPTAÇÃO (EE - I)</b>	<b>200 - 211,2</b>	<b>200 - 211,2</b>	<b>200 - 211,2</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,67	0,67	0,67
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,002448	0,002448	0,002448
3	Perda de Carga Total (m)	20,32	19,63	19,53
4	Pressão necessária na ETA (m)	9,00	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)	160,21	87,02	78,39
6	Comprimento do Trecho (m)	8.300,00	8.020,00	7.980,00
7	Altura Manométrica ( m )	189,53	115,65	106,92
8	Potência Consumida (CV)	91,05	55,56	51,37
9	Potência Consumida (kW)	69,47	42,39	39,19
10	Potência Instalada (CV)	100,00	75,00	75,00
11	Potência Instalada (kW)	76,30	57,23	57,23
<b>II</b>	<b>TRECHO GRAVITARIO</b>	<b>100 - 108</b>	<b>150 - 159,6</b>	<b>200 - 211,2</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,83	0,38	0,22
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,007843	0,001171	0,000299
3	Perda de Carga Total (m)	89,80	13,08	3,33
4	Altura Manométrica ( m )	94,76	17,88	9,25
5	Pressão Final no Trecho (m)	4,96	4,80	5,92
6	Comprimento do Trecho (m)	11.449,20	11.169,20	11.129,20
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>				
1	Custo do Tubo / metro (Trecho 1)	80,00	80,00	80,00
2	Custo do Tubo / metro (Trecho 2)	39,00	59,00	80,00
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	1.166.044,74	1.365.611,94	1.605.172,80
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	233.208,95	273.122,39	321.034,56
5	Custo Total da Adutora (3+4)	1.399.253,69	1.638.734,33	1.926.207,36
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	45.500,00	34.120,00	34.120,00
7	Custo da Obra Civil (35% de 6)	15.925,00	11.942,00	11.942,00
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	40.950,00	30.708,00	30.708,00
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6+7+ 8)	102.375,00	76.770,00	76.770,00
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>1.501.628,69</b>	<b>1.715.504,33</b>	<b>2.002.977,36</b>
<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>				
1	Custo Anual de Energia	44.847,43	28.164,78	26.362,54
2	Custo de Operação	42.588,00	42.588,00	42.588,00
3	Custo de Manutenção	67.424,99	75.121,66	87.099,70
4	Amortização Anual da Adutora	14.028,36	16.429,29	19.311,38
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	1.137,03	852,65	852,65
<b>DESPESA TOTAL ANUAL</b>		<b>170.025,81</b>	<b>163.156,38</b>	<b>176.214,27</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,04</b>	<b>1,00</b>	<b>1,08</b>

000031

**QUADRO 44 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 1 - C**  
 tubulação em RPVC  
 Características 1 bombeamento / trecho gravitário

VAZÃO (trecho 1) 23,42 l/s  
 VAZÃO (trecho 2) 7,53 l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)		
<b>PARÂMETROS DE CALCULO</b>				
<b>I</b>	<b>CAPTAÇÃO (EE - 1)</b>	<b>150 - 159,6</b>	<b>150 - 159,6</b>	<b>150 - 159,6</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,41	1,41	1,41
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,011416	0,011416	0,011416
3	Perda de Carga Total (m)	95,90	91,79	91,10
4	Pressão necessária na ETA (m)	9,00	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)	187,89	90,08	78,39
6	Comprimento do Trecho (m)	8 400,00	8 040,00	7 980,00
7	Altura Manométrica ( m)	292,79	190,87	178,49
8	Potência Consumida (CV)	140,66	91,70	85,75
9	Potência Consumida (kW)	107,32	69,96	65,43
10	Potência Instalada (CV)	150,00	100,00	100,00
11	Potência Instalada (kW)	114,45	76,30	76,30
<b>II</b>	<b>TRECHO GRAVITARIO</b>	<b>100 - 98</b>	<b>150 - 145,8</b>	<b>200 - 195</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,01	0,45	0,25
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,009661	0,001396	0,000339
3	Perda de Carga Total (m)	111,58	15,62	3,77
4	Altura Manométrica ( m)	118,75	20,94	9,25
5	Pressão Final no Trecho (m)	7,17	5,32	5,48
6	Comprimento do Trecho (m)	11 549,20	11 189,20	11 129,20
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>				
1	Custo do Tubo / metro (Trecho 1)	31,50	24,68	24,54
2	Custo do Tubo / metro (Trecho 2)	19,15	23,34	33,16
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	510 055,54	482 562,28	593 117,15
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	102 011,11	96 512,46	118 623,43
5	Custo Total da Adutora (3+4)	612 066,65	579 074,74	711 740,57
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	63 700,00	45 500,00	38 675,00
7	Custo da Obra Civil ( 35% de 6)	22 295,00	15 925,00	13 536,25
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	57 330,00	40 950,00	34 807,50
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6+7+ 8)	143 325,00	102 375,00	87 018,75
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>755 391,65</b>	<b>681 449,74</b>	<b>798 759,32</b>
<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>				
1	Custo Anual de Energia	69 026,41	45 124,77	42 569,44
2	Custo de Operação	42 588,00	42 588,00	42 588,00
3	Custo de Manutenção	48 475,74	42 902,11	49 272,54
4	Amortização Anual da Adutora	6 136,34	5 805,57	7 135,63
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	1 591,84	1 137,03	966,47
<b>DESPESA TOTAL ANUAL</b>		<b>167 818,32</b>	<b>137 557,49</b>	<b>142 532,08</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,22</b>	<b>1,00</b>	<b>1,04</b>

100032



**QUADRO 4 5 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 1 - D**

tubulação em RPVC

VAZÃO (trecho 1)

23,42 l/s

Características 1 bombeamento e/ trecho gravitário

VAZÃO (trecho 2)

7,53 l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)		
<b>PARÂMETROS DE CALCULO</b>				
<b>I</b>	<b>CAPTAÇÃO (EE - 1)</b>	<b>200 - 195</b>	<b>200 - 195</b>	<b>200 - 195</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,79	0,79	0,79
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,002771	0,002771	0,002771
3	Perda de Carga Total (m)	23,27	22,28	22,11
4	Pressão necessária na FTA (m)	9,00	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)	187,89	90,08	78,39
6	Comprimento do Trecho (m)	8 400,00	8 040,00	7 980,00
7	Altura Manométrica ( m )	220,16	121,36	109,50
8	Potência Consumida (CV)	105,77	58,30	52,60
9	Potência Consumida (kW)	80,70	44,48	40,14
10	Potência Instalada (CV)	125,00	75,00	75,00
11	Potência Instalada (kW)	95,38	57,23	57,23
<b>II</b>	<b>TRECHO GRAVITARIO</b>	<b>100 - 98</b>	<b>150 - 145,8</b>	<b>200 - 195</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,01	0,45	0,25
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,009661	0,001396	0,000339
3	Perda de Carga Total (m)	111,58	15,62	3,77
4	Altura Manométrica ( m )	118,75	20,94	9,25
5	Pressão Final no Trecho (m)	7,17	5,32	5,48
6	Comprimento do Trecho (m)	11 549,20	11 189,20	11 129,20
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>				
1	Custo do Tubo / metro (Trecho 1)	37,50	33,98	33,16
2	Custo do Tubo / metro (Trecho 2)	19,15	23,34	33,16
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	562 975,54	561 072,88	665 344,13
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	112 595,11	112 214,58	133 068,83
5	Custo Total da Adutora (3+4)	675 570,65	673 287,46	798 412,95
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	54 600,00	34 120,00	34 120,00
7	Custo da Obra Civil (35% de 6)	19 110,00	11 942,00	11 942,00
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	49 140,00	30 708,00	30 708,00
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6+7+ 8)	122 850,00	76 770,00	76 770,00
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>798 420,65</b>	<b>750 057,46</b>	<b>875 182,95</b>
<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>				
1	Custo Anual de Energia	52 601,75	29 342,83	26 894,61
2	Custo de Operação	42 588,00	42 588,00	42 588,00
3	Custo de Manutenção	50 355,59	46 116,16	53 415,15
4	Amortização Anual da Adutora	6 773,00	6 750,11	8 004,57
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	1 364,44	852,65	852,65
<b>DESPESA TOTAL ANUAL</b>		<b>153 682,77</b>	<b>125 649,75</b>	<b>131 754,98</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,22</b>	<b>1,00</b>	<b>1,05</b>

000033



**QUADRO 47 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 1 - F**  
 tubulação em RPVC (Trecho 1) e em PVC (Trecho 2) VAZÃO (trecho 1): 23,42 l/s  
 Características 1 bombeamento c/ trecho gravitário VAZÃO (trecho 2) 7,53 l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)	
<b>PARÂMETROS DE CALCULO</b>			
<b>I</b>	<b>CAPTAÇÃO (EE - 1)</b>	<b>200 - 195</b>	<b>200 - 195</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,79	0,79
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,002771	0,002771
3	Perda de Carga Total (m)	22,28	22,11
4	Pressão necessária na EIA (m)	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)	90,08	78,39
6	Comprimento do Trecho (m)	8 040,00	7 980,00
7	Altura Manométrica ( m)	121,36	109,50
8	Potência Consumida (CV)	58,30	52,60
9	Potência Consumida (kW)	44,48	40,14
10	Potência Instalada (CV)	100,00	100,00
11	Potência Instalada (kW)	76,30	76,30
<b>II</b>	<b>TRECHO GRAVITARIO</b>	<b>150 -156,4</b>	<b>200 - 204,2</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,40	0,23
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,000992	0,000272
3	Perda de Carga Total (m)	11,10	3,03
4	Altura Manométrica ( m)	20,94	9,25
5	Pressão Final no Trecho (m)	9,84	6,22
6	Comprimento do Trecho (m)	11 189,20	11 129,20
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>			
1	Custo do Tubo / metro (Trecho 1)	37,50	37,50
2	Custo do Tubo / metro (Trecho 2)	13,95	23,78
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	480 468,81	592 097,49
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	96 093,76	118 419,50
5	Custo Total da Adutora (3+4)	576 562,57	710 516,99
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	34 120,00	34 120,00
7	Custo da Obra Civil (35% de 6)	11 942,00	11 942,00
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	30 708,00	30 708,00
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6+7+ 8)	76 770,00	76 770,00
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>653 332,57</b>	<b>787 286,99</b>
<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>			
1	Custo Anual de Energia	30 770,83	28 322,61
2	Custo de Operação	42 588,00	42 588,00
3	Custo de Manutenção	40 473,88	48 287,88
4	Amortização Anual da Adutora	5 780,39	7 123,36
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	852,65	852,65
<b>DESPESA TOTAL ANUAL</b>		<b>120.465,74</b>	<b>127 174,50</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,00</b>	<b>1,06</b>

**QUADRO 48 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 2 - A**

tubulação em Ferro Fundido

VAZÃO (trecho 1)

23,42 l/s

Características 2 bombeamento s/ trecho gravitário

VAZÃO (trecho 2) :

7,53 l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)			
<b>PARÂMETROS DE CÁLCULO</b>					
I	<b>CAPTAÇÃO (EE - 1)</b>	<b>150 - 159,6</b>	<b>150 - 159,6</b>	<b>200 - 211,2</b>	<b>200 - 211,2</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,18	1,18	0,67	0,67
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,009577	0,009577	0,002448	0,002448
3	Perda de Carga Total (m)	83,32	83,32	21,29	21,29
4	Pressão necessária na ETA (m)	9,00	9,00	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)	72,08	72,08	72,08	72,08
6	Comprimento do Trecho (m)	8 700,00	8 700,00	8 700,00	8 700,00
7	Altura Manométrica ( m)	164,40	164,40	102,37	102,37
8	Potência Consumida (CV)	78,98	78,98	49,18	49,18
9	Potência Consumida (kW)	60,26	60,26	37,53	37,53
10	Potência Instalada (CV)	100,00	100,00	75,00	75,00
11	Potência Instalada (kW)	76,30	76,30	57,23	57,23
II	<b>TRECHO RECALQUE (EE-1/ETA)</b>	<b>100 - 108</b>	<b>150 - 159,6</b>	<b>100 - 108</b>	<b>150 - 159,6</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,83	0,38	0,83	0,38
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,007843	0,001171	0,007843	0,001171
3	Perda de Carga Total (m)	75,68	11,30	75,68	11,30
4	Pressão necessária na ETA (m)	5,00	5,00	5,00	5,00
5	Desnível Geométrico (m)	2,94	2,94	2,94	2,94
6	Comprimento do Trecho (m)	9 649,20	9 649,20	9 649,20	9 649,20
7	Altura Manométrica ( m)	83,62	19,24	83,62	19,24
8	Potência Consumida (CV)	12,90	2,97	12,90	2,97
9	Potência Consumida (kW)	9,84	2,26	9,84	2,26
10	Potência Instalada (CV)	15,00	5,00	15,00	5,00
11	Potência Instalada (kW)	11,45	3,82	11,45	3,82
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>					
1	Custo do Tubo : metro (Trecho 1)	39,00	39,00	80,00	80,00
2	Custo do Tubo : metro (Trecho 2)	39,00	59,00	39,00	59,00
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	751 399,74	954 032,94	1 125 934,74	1 328 567,94
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	150 279,95	190 806,59	225 186,95	265 713,59
5	Custo Total da Adutora (3+4)	901 679,69	1 144 839,53	1 351 121,69	1 594 281,53
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	43 900,00	37 100,00	30 000,00	25 000,00
7	Custo da Obra Civil (35% de 6)	15 365,00	12 985,00	10 500,00	8 750,00
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	39 510,00	33 390,00	27 000,00	22 500,00
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6-7+ 8)	98 775,00	83 475,00	67 500,00	56 250,00
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>1 000 454,69</b>	<b>1 228.314,53</b>	<b>1 418 621,69</b>	<b>1 650 531,53</b>
<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>					
1	Custo Anual de Energia	46 060,60	41 220,56	31 824,63	26 984,60
2	Custo de Operação	53 235,00	53 235,00	53 235,00	53 235,00
3	Custo de Manutenção	46 371,94	55 140,20	62 311,74	71 440,90
4	Amortização Anual da Adutora	9 039,88	11 477,70	13 545,81	15 983,63
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	1 097,05	927,12	749,69	624,74
<b>DESPESA TOTAL ANUAL</b>		<b>155 804,46</b>	<b>162.000,58</b>	<b>161 666,87</b>	<b>168.268,86</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,00</b>	<b>1,04</b>	<b>1,04</b>	<b>1,08</b>

900036

**QUADRO 49 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 2 - B**

tubulação em RPVC

VAZÃO (trecho 1) :

23,42 l/s

l/s

Características 2 bombeamento s: trecho gravitativo

VAZÃO (trecho 2) :

7,53 l/s

l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)			
<b>PARÂMETROS DE CÁLCULO</b>					
I	<b>CAPTAÇÃO (EE - 1)</b>	<b>150 -145,8</b>	<b>150 -145,8</b>	<b>200 - 195</b>	<b>200 - 195</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,41	1,41	0,79	0,79
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,011416	0,011416	0,002771	0,002771
3	Perda de Carga Total (m)	99,32	99,32	24,10	24,10
4	Pressão necessária na ETA (m)	9,00	9,00	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)]	72,08	72,08	72,08	72,08
6	Comprimento do Trecho (m)	8 700,00	8 700,00	8 700,00	8 700,00
7	Altura Manométrica ( m)	180,40	180,40	105,18	105,18
8	Potência Consumida (CV)	86,67	86,67	50,53	50,53
9	Potência Consumida (kW)	66,13	66,13	38,56	38,56
10	Potência Instalada (CV)	100,00	100,00	75,00	75,00
11	Potência Instalada (kW)	76,30	76,30	57,23	57,23
II	<b>TRECHO RECALQUE (EE-1/ETA)</b>	<b>100 - 98</b>	<b>150 -145,8</b>	<b>100 - 98</b>	<b>150 -145,8</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,01	0,45	1,01	0,45
2	Perda de Carga Unitária (m:m)	0,009661	0,001396	0,009661	0,001396
3	Perda de Carga Total (m)	93,22	13,47	93,22	13,47
4	Pressão necessária na ETA (m)	5,00	5,00	5,00	5,00
5	Desnível Geométrico (m)]	2,94	2,94	2,94	2,94
6	Comprimento do Trecho (m)	9 649,20	9 649,20	9 649,20	9 649,20
7	Altura Manométrica ( m)	101,16	21,41	101,16	21,41
8	Potência Consumida (CV)	15,60	3,30	15,60	3,30
9	Potência Consumida (kW)	11,91	2,52	11,91	2,52
10	Potência Instalada (CV)	25,00	5,00	25,00	5,00
11	Potência Instalada (kW)	19,08	3,82	19,08	3,82
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>					
1	Custo do Tubo / metro (Trecho 1)	24,68	24,54	33,16	33,16
2	Custo do Tubo / metro (Trecho 2)	19,15	23,34	19,15	23,34
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	419 473,09	460 645,84	496 937,89	539 389,54
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	83 894,62	92 129,17	99 387,58	107 877,91
5	Custo Total da Adutora (3-4)	503 367,71	552 775,01	596 325,47	647 267,45
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	50 950,00	42 950,00	44 120,00	36 620,00
7	Custo da Obra Civil (35% de 6)	17 832,50	15 032,50	15 442,00	12 817,00
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	45 855,00	38 655,00	39 708,00	32 958,00
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6+7+ 8)	114 637,50	96 637,50	99 270,00	82 395,00
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>618 005,21</b>	<b>649.412,51</b>	<b>695 595,47</b>	<b>729 662,45</b>
<b>CUSTOS ANUAIS] (R\$)</b>					
1	Custo Anual de Energia	51 099,17	44 668,80	34 138,91	27 708,55
2	Custo de Operação	53 235,00	53 235,00	53 235,00	53 235,00
3	Custo de Manutenção	39 578,59	40 856,68	43 631,71	45 099,58
4	Amortização Anual da Adutora	5 046,56	5 541,90	5 978,52	6 489,24
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	1 273,22	1 073,31	1 102,54	915,12
<b>DESPEZA TOTAL ANUAL</b>		<b>150 232,54</b>	<b>145.375,69</b>	<b>138.086,69</b>	<b>133 447,49</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,13</b>	<b>1,09</b>	<b>1,03</b>	<b>1,00</b>

**QUADRO 4.10 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA LINHA ADUTORA PARA A ALTERNATIVA 2 - C**

tubulação em RPVC (Trecho 1) e em PVC (Trecho 2)

VAZÃO (trecho 1)

23,42 l/s

l/s

Características 2 bombeamento s/ trecho gravitano

VAZÃO (trecho 2)

7,53 l/s

l/s

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	DIÂMETROS (NOMINAL/ INTERNO) (mm)			
<b>PARÂMETROS DE CALCULO</b>					
I	<b>CAPTAÇÃO (EE - 1)</b>	<b>150 - 145,8</b>	<b>150 - 145,8</b>	<b>200 - 195</b>	<b>200 - 195</b>
1	Velocidade Média (m/s)	1,41	1,41	0,79	0,79
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,011416	0,011416	0,002771	0,002771
3	Perda de Carga Total (m)	99,32	99,32	24,10	24,10
4	Pressão necessária na ETA (m)	9,00	9,00	9,00	9,00
5	Desnível Geométrico (m)	72,08	72,08	72,08	72,08
6	Comprimento do Trecho (m)	8 700,00	8 700,00	8 700,00	8 700,00
7	Altura Manométrica ( m)	180,40	180,40	105,18	105,18
8	Potência Consumida (CV)	86,67	86,67	50,53	50,53
9	Potência Consumida (kW)	66,13	66,13	38,56	38,56
10	Potência Instalada (CV)	100,00	100,00	75,00	75,00
11	Potência Instalada (kW)	76,30	76,30	57,23	57,23
II	<b>TRECHO RECALQUE (EE-1/ETA)</b>	<b>100 - 108,4</b>	<b>150 - 156,4</b>	<b>100 - 108,4</b>	<b>150 - 156,4</b>
1	Velocidade Média (m/s)	0,82	0,40	0,82	0,40
2	Perda de Carga Unitária (m/m)	0,005912	0,000992	0,005912	0,000992
3	Perda de Carga Total (m)	57,04	9,57	57,04	9,57
4	Pressão necessária na ETA (m)	5,00	5,00	5,00	5,00
5	Desnível Geométrico (m)	2,94	2,94	2,94	2,94
6	Comprimento do Trecho (m)	9 649,20	9 649,20	9 649,20	9 649,20
7	Altura Manométrica ( m)	64,98	17,51	64,98	17,51
8	Potência Consumida (CV)	10,02	2,70	10,02	2,70
9	Potência Consumida (kW)	7,65	2,06	7,65	2,06
10	Potência Instalada (CV)	15,00	5,00	15,00	5,00
11	Potência Instalada (kW)	11,45	3,82	11,45	3,82
<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>					
1	Custo do Tubo / metro (Trecho 1)	24,68	24,54	33,16	33,16
2	Custo do Tubo / metro (Trecho 2)	8,43	13,95	8,43	13,95
3	Custo da Tubulação ( + 5% de perdas)	310 861,69	365 509,56	388 326,49	444 253,26
4	Custo dos Equipamentos de Proteção ( 20% de 3)	62 172,34	73 101,91	77 665 30	88 850 65
5	Custo Total da Adutora (3+4)	373 034,03	438 611,47	465 991,79	533 103,91
6	Custo dos Conjuntos Elevatórios	48 450,00	42 950,00	41 620,00	36 620,00
7	Custo da Obra Civil (35% de 6)	16 957,50	15 032,50	14 567,00	12 817,00
8	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos ( 90% de 6)	43 605,00	38 655,00	37 458,00	32 958,00
9	Custo Total das Estações de Bombeamento ( 6+7+ 8)	109 012,50	96 637,50	93 645,00	82 395,00
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>		<b>482.046,53</b>	<b>535.248,97</b>	<b>559 636,79</b>	<b>615.498,91</b>
<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>					
1	Custo Anual de Energia	48 129,14	44 410,30	31 168,88	27 450,04
2	Custo de Operação	53 235,00	53 235,00	53 235,00	53 235,00
3	Custo de Manutenção	31 474,54	34 197,14	35 527,66	38 440,04
4	Amortização Anual da Adutora	3 739,89	4 397,34	4 671,85	5 344,69
5	Amortização Anual das Estações de Bombeamento	1 210,75	1 073,31	1 040,07	915,12
<b>DESPESA TOTAL ANUAL</b>		<b>137 789,32</b>	<b>137 313,09</b>	<b>125.643,46</b>	<b>125.384,89</b>
<b>% EM RELAÇÃO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO</b>		<b>1,10</b>	<b>1,10</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

000038

QUADRO 4.11 - QUADRO COMPARATIVO DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	DESCRIÇÃO	CUSTOS DOS INVESTIMENTOS	ÍNDICE	CUSTOS ANUAIS	ÍNDICE
1 - A	1 Bombeamento - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 150mm, Trecho2 100mm	1 302 485,69	2,70	174 372,30	1,45
	1 Bombeamento - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 150mm, Trecho2 150mm	1 513 543,88	3,14	166 448,79	1,38
	1 Bombeamento - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 150mm, Trecho2 200mm	2 008 107,36	4,17	189 904,38	1,58
1 - B	1 Bombeamento - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 200mm, Trecho2 100mm	1 501 628,69	3,12	170 025,81	1,41
	1 Bombeamento - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 200mm, Trecho2 150mm	1 715 504,33	3,56	163 156,38	1,35
	1 Bombeamento - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 200mm, Trecho2 200mm	2 002 977,36	4,16	176 214,27	1,46
1 - C	1 Bombeamento - Tubulação em RPVC - Trecho1 150mm, Trecho2 100mm	755 391,65	1,57	167 818,32	1,39
	1 Bombeamento - Tubulação em RPVC - Trecho1 150mm, Trecho2 150mm	681 449,74	1,41	137 557,49	1,14
	1 Bombeamento - Tubulação em RPVC - Trecho1 150mm, Trecho2 200mm	798 759,32	1,66	142 532,08	1,18
1 - D	1 Bombeamento - Tubulação em RPVC - Trecho1 200mm, Trecho2 100mm	798 420,65	1,66	153 682,77	1,28
	1 Bombeamento - Tubulação em RPVC - Trecho1 200mm, Trecho2 150mm	750 057,46	1,56	125 649,75	1,04
	1 Bombeamento - Tubulação em RPVC - Trecho1 200mm, Trecho2 200mm	875 182,95	1,82	131 754,98	1,09
1 - E	1 Bombeamento - Tubulação Trecho1 150mm em RPVC, Trecho2 150mm em PVC	549 065,84	1,14	128 507,86	1,07
	1 Bombeamento - Tubulação Trecho1 150mm em RPVC, Trecho2 200mm em PVC	667 225,54	1,38	133 540,57	1,11
1 - F	1 Bombeamento - Tubulação Trecho1 200mm em RPVC, Trecho2 150mm em PVC	653 332,57	1,36	120 465,74	1,00
	1 Bombeamento - Tubulação Trecho1 200mm em RPVC, Trecho2 200mm em PVC	787 286,99	1,63	127 174,50	1,06
2 - A	2 Bombeamentos - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 150mm, Trecho2 100mm	1 000 454,69	2,08	155 804,46	1,29
	2 Bombeamentos - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 150mm, Trecho2 150mm	1 228 314,53	2,55	162 000,58	1,34
	2 Bombeamentos - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 200mm, Trecho2 100mm	1 418 621,69	2,94	161 666,87	1,34
	2 Bombeamentos - Tubulação em Ferro Fundido - Trecho1 200mm, Trecho2 150mm	1 650 531,53	3,42	168 268,86	1,40
2 - B	2 Bombeamentos - Tubulação em RPVC - Trecho1 150mm, Trecho2 100mm	618 005,21	1,28	150 232,54	1,25
	2 Bombeamentos - Tubulação em RPVC - Trecho1 150mm, Trecho2 150mm	649 412,51	1,35	145 375,69	1,21
	2 Bombeamentos - Tubulação em RPVC - Trecho1 200mm, Trecho2 100mm	695 595,47	1,44	138 086,69	1,15
	2 Bombeamentos - Tubulação em RPVC - Trecho1 200mm, Trecho2 150mm	729 662,45	1,51	133 447,49	1,11
2 - C	2 Bombeamentos - Tubulação Trecho1 150mm em RPVC, Trecho2 100mm em PVC	482 046,53	1,00	137 789,32	1,14
	2 Bombeamentos - Tubulação Trecho1 150mm em RPVC, Trecho2 150mm em PVC	535 248,97	1,11	137 313,09	1,14
	2 Bombeamentos - Tubulação Trecho1 200mm em RPVC, Trecho2 100mm em PVC	559 636,79	1,16	125 643,46	1,04
	2 Bombeamentos - Tubulação Trecho1 200mm em RPVC, Trecho2 150mm em PVC	615 498,91	1,28	125 384,89	1,04

## 5 - 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