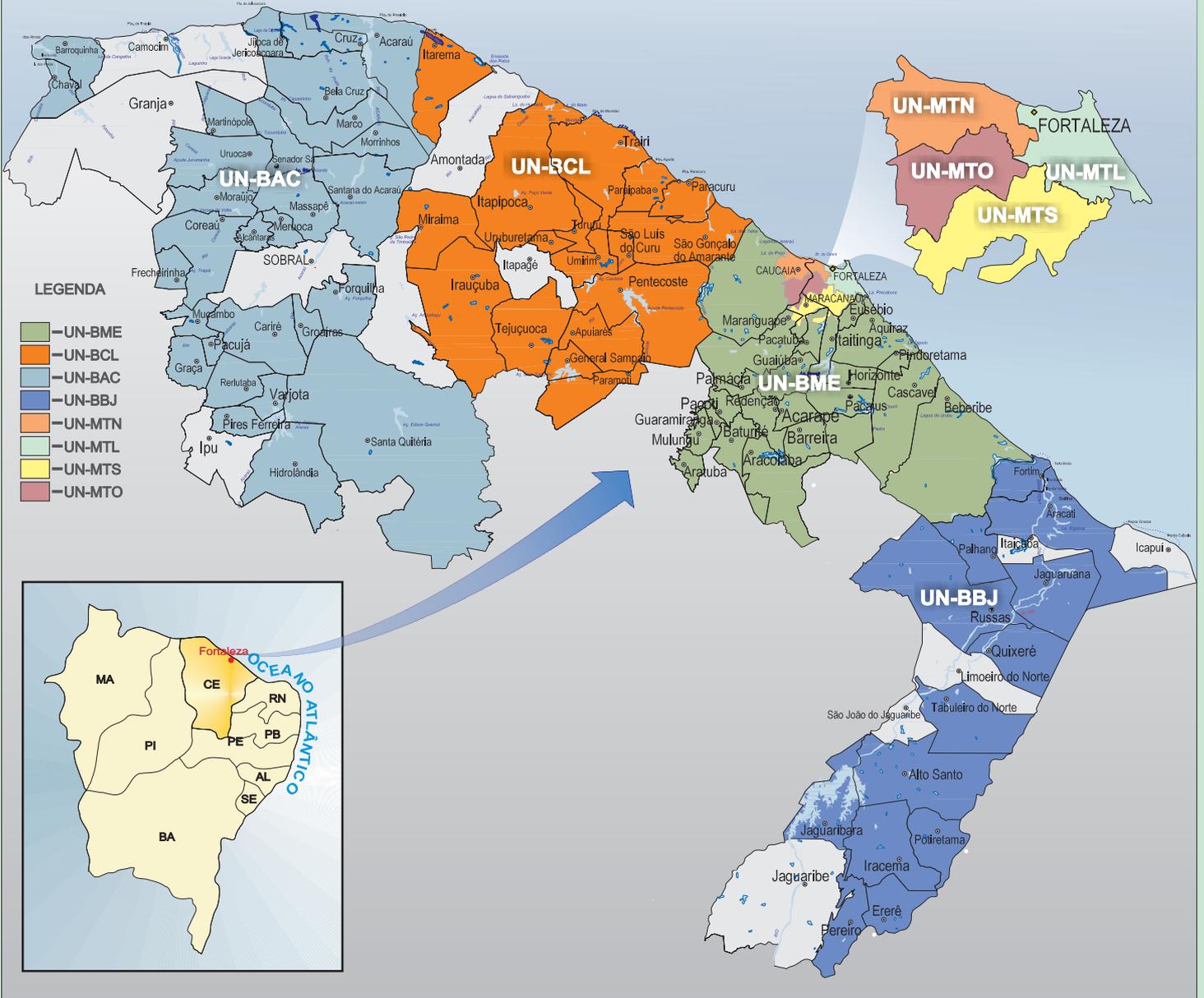


OCEANO ATLÂNTICO



**PROJETO BÁSICO DO SES  
REDENÇÃO - UN BME**

**VOLUME I - TOMO I  
MEMORIAL DESCRITIVO**

ELABORAÇÃO POR DEMANDA, DE ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO, AMPLIAÇÃO E MELHORIAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS LOCALIDADES PERTENCENTES ÀS SEGUINTE UNIDADES DE NEGÓCIO DA CAGECE: UNMTN, UNMTL, UNMTS, UNMTO, UNBME, UNBCL, UNBAC E UNBBJ.

**COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE**

**DIRETOR PRESIDENTE**

Neurisângelo Cavalcante de Freitas

**DIRETOR DE ENGENHARIA**

José Carlos Lima Asfor

**DIRETOR DE PLANEJAMENTO**

Francied Assis De Mesquita Ciriaco

**GERENCIA DE PROJETOS - GPROJ**

Cailiny Darley De Menezes Medeiros Cunha

**HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO S/A**

**DIRETOR RESPONSÁVEL**

Eng<sup>o</sup> Ulysses Fontes Lima

**COORDENAÇÃO**

Eng<sup>a</sup> Ana Liz Coelho Perdigão

**ELABORAÇÃO POR DEMANDA, DE ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO, AMPLIAÇÃO E MELHORIAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS LOCALIDADES PERTENCENTES AS SEGUINTE UNIDADES DE NEGÓCIO DA CAGECE: UNMTN, UNMTL, UNMTS, UNMTO, UNBME, UNBCL, UNBAC E UNBBJ.**

**PROJETO BÁSICO DO SES**

REDENÇÃO – UN BME

**VOLUME I – TOMO I**

**Memorial Descritivo.**

**EQUIPE TÉCNICA DA HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO S/A**

**Coordenação Geral**

Eng<sup>o</sup> Ulysses Fontes Lima

**Coordenação de Interfaces**

Eng<sup>a</sup> Ana Liz Coelho Perdigão

**Engenheiro Chefe Especialista em Projeto de SAA**

Eng<sup>o</sup> Laécio Brito Regis

**Engenheiro Chefe Especialista em Projeto de SES**

Eng<sup>o</sup> Silvio Humberto Vieira Régis

**Engenheiro Projetista**

Eng<sup>a</sup> Larissa Gonçalves Maia Caracas

**Topografia**

Eng<sup>a</sup> Flávio Nascimento

**Técnico Projetista**

Técnico Alexandre Barreto Matos

**Técnicos Desenhos/Informática**

Técnica Camila Belarmino Simplício

**Orçamento (Cruz e Rocha Consultores Associados LTDA ME)**

Eng<sup>o</sup> Rafael Lima Moreira Borges

## APRESENTAÇÃO

De acordo com processo nº 0766.000077/2021-53, foi solicitada a atualização/readequação do projeto do SES de Redenção, sendo assim, foram mantidas as premissas utilizadas no projeto elaborado pela Hydros Engenharia e Planejamento S/A e compatibilizadas para licitação semi-integrada de acordo com a lei Nº 13.303/2016.

A HYDROS Engenharia e Planejamento S/A foi contratada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, através do contrato PGE 11/2014, firmado entre a HYDROS e a CAGECE, em 03 de fevereiro de 2014. “**ELABORAÇÃO POR DEMANDA, DE ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO, AMPLIAÇÃO E MELHORIAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS LOCALIDADES PERTENCENTES AS SEGUINTE UNIDADES DE NEGÓCIO DA CAGECE: UNMTN, UNMTL, UNMTS, UNMTO, UNBME, UNBCL, UNBAC E UNBBJ**”.

A Hydros Engenharia e Planejamento S/A e Cagece apresentam o Projeto Básico referente ao Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Redenção/CE.

### O Projeto será apresentado nos seguintes volumes:

✓ **Volume I – Projeto Básico do SES**

**Tomo I: Textos e Plantas**

- **Memorial Descritivo**
- **Memorial de Cálculo**
- **ART**

**Tomo II: Textos**

- **Manual de Operação**

**Tomo III: Textos**

- **Especificações Técnicas**

**Tomo IV: Textos e Plantas**

- **Memorial de Desapropriação**

✓ **Volume II – Peças Gráficas**

**Tomo I: Plantas**

- **Plantas do Sistema Coletor Público**

**Tomo II: Plantas**

- **Estações Elevatórias e Linhas de Recalque**
  - **Parte I**
  - **Parte II**
  - **Parte III**

**Tomo III: Plantas**

- **Estação de Tratamento de Esgoto**
  - **Parte I**
  - **Parte II**

✓ Volume III – Estudos Geotécnicos

Tomo Único: Textos e Plantas

- Memorial Descritivo
- Plantas

✓ Volume IV – Instalações Elétricas

Tomo Único: Textos e Plantas

- Memorial Descritivo
- Plantas

✓ Volume V – Estrutural

Tomo I: Plantas

- Caixas de Travessias, de Ventosa e de Descarga, Extravasores e Dispositivos de Saída.

Tomo II: Plantas

- Estações Elevatórias

Tomo III: Plantas

- Estação Elevatória, UASB e Leito de Secagem

Tomo IV: Plantas

- Lagoa de Estabilização e Linha de Recalque

✓ Volume VI – Projeto de Sinalização

Tomo I: Textos e Plantas

- Relatório Geral
- Peças Gráficas do Projeto Hidráulico

Tomo II: Plantas

- Peças Gráficas do Projeto de Sinalização

## SUMÁRIO

<b>I - INFORMAÇÕES DO PROJETO:</b> .....	<b>12</b>
<b>II - CONSIDERAÇÕES:</b> .....	<b>16</b>
<b>1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>22</b>
<b>1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO</b> .....	<b>22</b>
<b>1.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS</b> .....	<b>24</b>
1.2.1 Clima.....	24
1.2.2 Precipitação.....	27
1.2.3 Temperatura .....	27
1.2.4 Período Chuvoso .....	28
<b>1.3 ASPECTOS AMBIENTAIS</b> .....	<b>28</b>
1.3.1 Relevo.....	28
1.3.2 Solo.....	29
1.3.3 Vegetação.....	30
<b>1.4 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS</b> .....	<b>31</b>
1.4.1 Hidrologia .....	31
1.4.2 Hidrogeologia .....	33
<b>1.5 ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS</b> .....	<b>34</b>
<b>1.6 ASPECTOS SANITÁRIOS</b> .....	<b>36</b>
<b>1.7 INFRAESTRUTURA EXISTENTE</b> .....	<b>38</b>
1.7.1 Sistema de Abastecimento de Água .....	38
1.7.2 Sistema de Esgotamento Sanitário .....	38
1.7.3 Sistema de Energia Elétrica .....	38
1.7.4 Limpeza Urbana .....	40
<b>1.8 ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b> .....	<b>40</b>
<b>1.9 ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> .....	<b>42</b>
1.9.1 Manancial.....	42
1.9.2 Captação.....	42
1.9.3 Adutora de Água Bruta - AAB.....	42
1.9.4 Estação de Tratamento de ÁGUA - ETA .....	42
1.9.5 Estação Elevatória de Água Tratada.....	42
1.9.6 Reservação .....	42

1.9.7 Distribuição .....	42
1.9.8 Ligações .....	43
<b>2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE .....</b>	<b>46</b>
<b>2.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTE .....</b>	<b>46</b>
<b>2.2 LIGAÇÕES DE ESGOTO .....</b>	<b>46</b>
<b>2.3 REDE COLETORA .....</b>	<b>46</b>
<b>2.4 COLETOR TRONCO E INTERCEPTOR .....</b>	<b>46</b>
<b>2.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO E LINHA DE RECALQUE .....</b>	<b>46</b>
<b>2.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....</b>	<b>46</b>
<b>2.7 CORPO RECEPTOR.....</b>	<b>46</b>
<b>3 LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS E PLANOS EXISTENTES.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 PLANOS EXISTENTES.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2 LEVANTAMENTO DE ÁREAS PROTEGIDAS AMBIENTALMENTE OU COM RESTRIÇÕES À OCUPAÇÃO E USO DO SOLO.....</b>	<b>49</b>
<b>3.3 LEVANTAMENTO DE INSTITUIÇÕES E TURISMO.....</b>	<b>51</b>
<b>4 ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1 POPULAÇÃO FIXA .....</b>	<b>54</b>
4.1.1 Estimativa Populacional .....	54
<b>4.2 POPULAÇÃO FLUTUANTE .....</b>	<b>59</b>
<b>4.3 PREVISÃO DE DEMANDAS.....</b>	<b>59</b>
4.3.1 Parâmetros Básicos.....	59
4.3.2 Demandas de Projeto.....	60
<b>5 RESUMO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO / ESTUDO DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>63</b>
<b>5.1 ALTERNATIVA 1.....</b>	<b>63</b>
5.1.1 Resumo da Alternativa 1.....	64
<b>5.2 ALTERNATIVA 2.....</b>	<b>66</b>
5.2.1 Resumo da Alternativa 2.....	66
<b>5.3 ALTERNATIVA 3.....</b>	<b>68</b>
5.3.1 Resumo da Alternativa 3.....	68
<b>5.4 ANÁLISE AMBIENTAL.....</b>	<b>70</b>
5.4.1 Identificação dos Impactos Ambientais.....	70
5.4.2 Avaliação dos Impactos Ambientais.....	71

5.4.3 Medidas Mitigadoras e de Controle Ambiental.....	73
5.4.4 Legislação Pertinente.....	74
<b>5.5 ANÁLISE TÉCNICO-FINANCEIRA.....</b>	<b>74</b>
<b>5.6 RESUMO COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS.....</b>	<b>75</b>
<b>6 PROJETO DEFINIDO .....</b>	<b>78</b>
<b>6.1 CONFIGURAÇÃO GERAL .....</b>	<b>78</b>
6.1.1 Relatório Fotográfico .....	80
<b>6.2 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA.....</b>	<b>82</b>
6.2.1 Rede coletora .....	82
6.2.2 Estações Elevatórias.....	85
6.2.3 Emissários de Recalque.....	87
6.2.4 Estação de Tratamento de Esgoto .....	88
6.2.5 Resumo Geral.....	90
<b>7 MEMORIAL DE CÁLCULO.....</b>	<b>95</b>
<b>7.1 POPULAÇÃO POR SUB-BACIA.....</b>	<b>95</b>
<b>7.2 VAZÃO POR SUB-BACIA.....</b>	<b>96</b>
7.2.1 Sub-Bacia 1.....	96
7.2.2 Sub-Bacia 2.....	97
7.2.3 Sub-Bacia 3.....	98
7.2.4 Sub-Bacia 4.....	99
7.2.5 Sub-Bacia 5.....	100
7.2.6 Resumo Geral.....	101
<b>7.3 REDE COLETORA .....</b>	<b>102</b>
7.3.1 Rede Coletora da Sub-bacia 1 .....	102
7.3.2 Rede Coletora da Sub-bacia 2 .....	105
7.3.3 Rede Coletora da Sub-bacia 3 .....	113
7.3.4 Rede Coletora da Sub-bacia 4 .....	115
7.3.5 Rede Coletora da Sub-bacia 5 .....	127
<b>7.4 TRATAMENTO PRELIMINAR.....</b>	<b>129</b>
7.4.1 Tratamento Preliminar da EEE-1.....	129
7.4.2 Tratamento Preliminar da EEE-2.....	133
7.4.3 Tratamento Preliminar da EEE-3.....	137

7.4.4 Tratamento Preliminar da EEE-4.....	143
7.4.5 Tratamento Preliminar da EEE-5.....	147
<b>7.5 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE POR SUB-BACIA .....</b>	<b>151</b>
7.5.1 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 1 – 20 anos .....	151
7.5.2 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 2 – 20 anos .....	158
7.5.3 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 3 – 20 anos .....	164
7.5.4 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 4 – 20 anos .....	171
7.5.5 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 5 – 20 anos .....	177
<b>7.6 TRANSIENTES HIDRÁULICOS .....</b>	<b>184</b>
7.6.1 Transiente Hidráulico da EEE-1 .....	184
7.6.2 Transiente Hidráulico da EEE-2 .....	188
7.6.3 Transiente Hidráulico da EEE-3 .....	192
7.6.4 Transiente Hidráulico da EEE-4 .....	197
7.6.5 Transiente Hidráulico da EEE-5 .....	201
<b>7.7 EXTRAVASORES DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS .....</b>	<b>206</b>
7.7.1 Extravasador da EEE-1.....	206
7.7.2 Extravasador da EEE-2.....	207
7.7.3 Extravasador da EEE-3.....	208
7.7.4 Extravasador da EEE-4.....	209
7.7.5 Extravasador da EEE-5.....	210
<b>7.8 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....</b>	<b>211</b>
7.8.1 Características do Esgoto Afluente .....	211
7.8.2 UASB.....	212
7.8.3 Lagoa de Polimento 1.....	220
7.8.4 Lagoa de Polimento 2.....	227
7.8.5 Leito de Secagem .....	233
7.8.6 Emissário Final.....	235
<b>8 ART'S.....</b>	<b>237</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Mapa de Localização de Redenção no Estado do Ceará.....	23
Figura 1.2 - Acesso Rodoviário de Fortaleza à Redenção. ....	24
Figura 1.3 - Mapa de Clima do Estado do Ceará.....	25
Figura 1.4 - Mapa da Região Semi-Árida Cearense.....	26
Figura 1.5 - Mapa de Geomorfologia do Município de Redenção.....	29
Figura 1.6 - Solos no Município de Redenção.....	30
Figura 1.7 - Vegetação no Município de Redenção.....	31
Figura 1.8 - Mapa de Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.....	32
Figura 1.9 - Mapa de Hidrografia de Redenção.....	33
Figura 1.10 - Mapa de Hidrogeologia do Estado do Ceará.....	34
Figura 1.11 - Layout Geral do Sistema de Esgotamento Sanitário Existente.....	41
Figura 1.12 - Layout Geral do Sistema de Abastecimento de Água Existente.....	44
Figura 2.1 - Croqui do Sistema de Esgotamento Sanitário Existente.....	47
Figura 3.1 - APA da Serra de Baturité.....	50
Figura 5.1 - Layout Geral da Alternativa 1.....	65
Figura 5.2 - Layout Geral da Alternativa 2.....	67
Figura 5.3 - Layout Geral da Alternativa 3.....	69
Figura 5.4 - Análise das Alternativas de Tratamento.....	75
Figura 6.1 - Croqui do Sistema de Esgotamento Sanitário de Redenção Definido.....	79
Figura 6.2 - Longitudinal da Calha Parshall.....	86
Figura 6.3 - Fluxograma da ETE.....	89

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Distribuição da população por Nível de Renda no Município de Redenção.....	34
Quadro 1.2 - Produto Interno Bruto (PIB – R\$ mil) e Percentagem no Município de Redenção por setores.....	35
Quadro 1.3 - Índices de Desenvolvimento no município de Redenção.....	35
Quadro 1.4 - Nível de Instrução da população do Brasil, do Ceará e do município de Redenção.....	36
Quadro 1.5 - Taxas de Analfabetismo funcional para pessoas com 15 anos ou mais 2000/2010.....	36
Quadro 1.6 - Distribuição Percentual das Internações por grupo de Causas em Redenção.....	37
Quadro 1.7 - Número de Nascidos Vivos, de Óbitos infantis e Taxa de Mortalidade Infantil em 2012.....	37
Quadro 1.8 - Principais Indicadores de Saúde em 2012 para o município de Redenção.....	37
Quadro 1.9 - Número de Domicílios e Formas de Abastecimento de Água de Redenção.....	38
Quadro 1.10 - Número de Domicílios e Existência de banheiro ou sanitário e Esgotamento sanitário de Redenção.....	38
Quadro 1.11 - Consumidores de Energia Elétrica por classe de consumo de Redenção.....	39
Quadro 1.12 - Tarifas de Fornecimento adotadas pela Coelce para o Sistema Convencional de Baixa Tensão.....	39
Quadro 1.13 - Valores Mínimos mensais adotados pela Coelce para o sistema convencional de baixa tensão.....	39
Quadro 1.14 - Número de Domicílios e Destino do lixo na Sede de Redenção.....	40
Quadro 4.1 - Evolução Populacional.....	54
Quadro 4.2 - Constante de Crescimento Aritmético.....	55
Quadro 4.3 - Estimativa de Crescimento Aritmético.....	55
Quadro 4.4 - Constante de Crescimento Geométrico.....	56
Quadro 4.5 - Estimativa de Crescimento Geométrico.....	56
Quadro 4.6 - Tendência de Crescimento por Extrapolação Gráfica.....	56

Quadro 4.7 - Estimativa Populacional da Curva Logarítmica.....	57
Quadro 4.8 - Estimativa Populacional da Curva Linear.....	57
Quadro 4.9 - Análise das Alternativas.....	58
Quadro 4.10 - População da sede urbana de Redenção ano a ano.....	58
Quadro 4.11 - Demandas de Projeto.....	61
Quadro 5.1 - Convenções para os atributos de classificação dos impactos ambientais.....	70
Quadro 5.2 - Avaliação dos principais impactos ambientais nas alternativas do sistema de esgotamento sanitário.....	71
Quadro 5.3 - Distribuição dos impactos do empreendimento de acordo com os atributos.....	72
Quadro 5.4 - Propostas para os principais impactos ambientais.....	73
Quadro 5.5 - Análises das Alternativas de Tratamento.....	75
Quadro 5.6 - Vantagens e Desvantagens das Alternativas do sistema de esgotamento sanitário.....	76
Quadro 6.1 - População por sub-bacia.....	90
Quadro 6.2 - Vazão por Sub-Bacia.....	91
Quadro 6.3 - Extensão da Rede Coletora por Sub-Bacia.....	92
Quadro 6.4 - Resumo das Vazões, Potência e Altura Manométrica - 20 Anos.....	92
Quadro 6.5 - Resumo das informações das Linhas de Recalque.....	92
Quadro 6.6 - Dimensões da ETE.....	92
Quadro 6.7 - Características do Emissário Final.....	93

#### LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Precipitação Média em Redenção.....	27
Tabela 1.2 - Temperatura Máxima e Mínima de Redenção.....	27
Tabela 1.3 - Características das Unidades de Relevo de Redenção.....	29
Tabela 6.1 - Limites de aplicação para Medidores Parshall.....	87

#### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 - Precipitação Média em Redenção.....	27
Gráfico 1.2 - Temperatura Anual de Redenção.....	28
Gráfico 4.1 - Projeção da População do Método Aritmético.....	55
Gráfico 4.2 - Projeção da População do Método Geométrico.....	56
Gráfico 4.3 - Projeção da População do Método de Extrapolação Gráfica.....	57
Gráfico 4.4 - Projeção da População do Método de Extrapolação Gráfica da Curva Logarítmica e Linear.....	57
Gráfico 4.5 - Projeção da População de todos os Métodos.....	58
Gráfico 4.6 - Projeção da População da sede urbana de Redenção.....	58



## FICHA TÉCNICA - SES

### I - Informações do Projeto:

<b>Projeto</b>		
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE REDENÇÃO		
<b>Projetista</b>		
LARISSA GONÇALVES MAIA CARACAS		
<b>Responsável pelo Orçamento</b>		
ARLAN ICARO DUARTE VASCONCELOS		
<b>Município</b>	<b>Localidade</b>	<b>Data de Elaboração do Projeto</b>
REDENÇÃO	REDENÇÃO	MAIO/2015 – FEV/2021

### Dados da População:

Método de Estimativa Populacional	Taxa de Crescimento	Alcance do Projeto	Ano de Início do Projeto	População Inicial de Projeto	Ano Final de Projeto	População Final de Projeto
Geométrico	2,00%	20 ANOS	2015	8.153	2034	11.877

### População:

Ano	População Total (hab)	População Atendida (hab)	% Atendimento
2015	8.153	8.153	100%
2024	9.743	9.743	100%
2034	11.877	11.877	100%

### Vazões de Projeto:

ANO	VAZÃO (L/s)		
	Mínima	Média	Máxima
2015	10,41	16,07	25,13
2024	11,51	18,28	29,10
2034	13,00	21,24	34,44

### Ligações Domiciliares e Intradomiciliares:

<b>Ligações Domiciliares</b>	3.397 Unidades
<b>Ligações Intradomiciliares (50% LID)</b>	1.698 Unidades

### Rede Coletora:

Sub-bacias	Etapas de Implantação	Diâmetros (mm)	Extensão a ser implantada (m)	Material
SB-1	ÚNICA	150	1.980,6	PVC OCRE
SB-2	ÚNICA	150, 200 e 250	6.567,9	PVC OCRE
SB-3	ÚNICA	150 e 300	786,10	PVC OCRE
SB-4	ÚNICA	150, 200 e 250	8.461,8	PVC OCRE
SB-5	ÚNICA	150	1.192,9	PVC OCRE
<b>TOTAL</b>	<b>A SER IMPLANTADA</b>		<b>18.989,3</b>	<b>PVC OCRE</b>

**Estação Elevatória de Esgoto:**

Elevatória	Tipo	Quant. Bombas		Q (l/s)	Hman (m)	Potência (hp)
		Ativas	Reserva	20 anos	20 anos	20 anos
EEE-1	SUBMERSÍVEL	1	1	5,40	14,40	2,7
EEE-2	SUBMERSÍVEL	1	1	14,60	22,50	20
EEE-3	SUBMERSÍVEL	1	1	37,0	36,3	30
EEE-4	SUBMERSÍVEL	1	1	15,60	11,70	6,5
EEE-5	SUBMERSÍVEL	1	1	5,6	17,7	4,0

**Linha de Recalque:**

Elevatória	Localização		Vazão de Projeto (l/s)	Material	Diâmetro (mm)	Extensão (m)
	Montante	Jusante				
EEE-1	SB-1	SB-2	5,40	DEFoFo	100	802,60
EEE-2	SB-2	SB-3	14,60	DEFoFo	150	1.471,51
EEE-3	SB-3	ETE	37,0	DEFoFo	150	626,37
EEE-4	SB-4	SB-3	15,60	DEFoFo/FoFo	150	818,45
EEE-5	SB-5	SB-4	5,60	DEFoFo	100	955,93

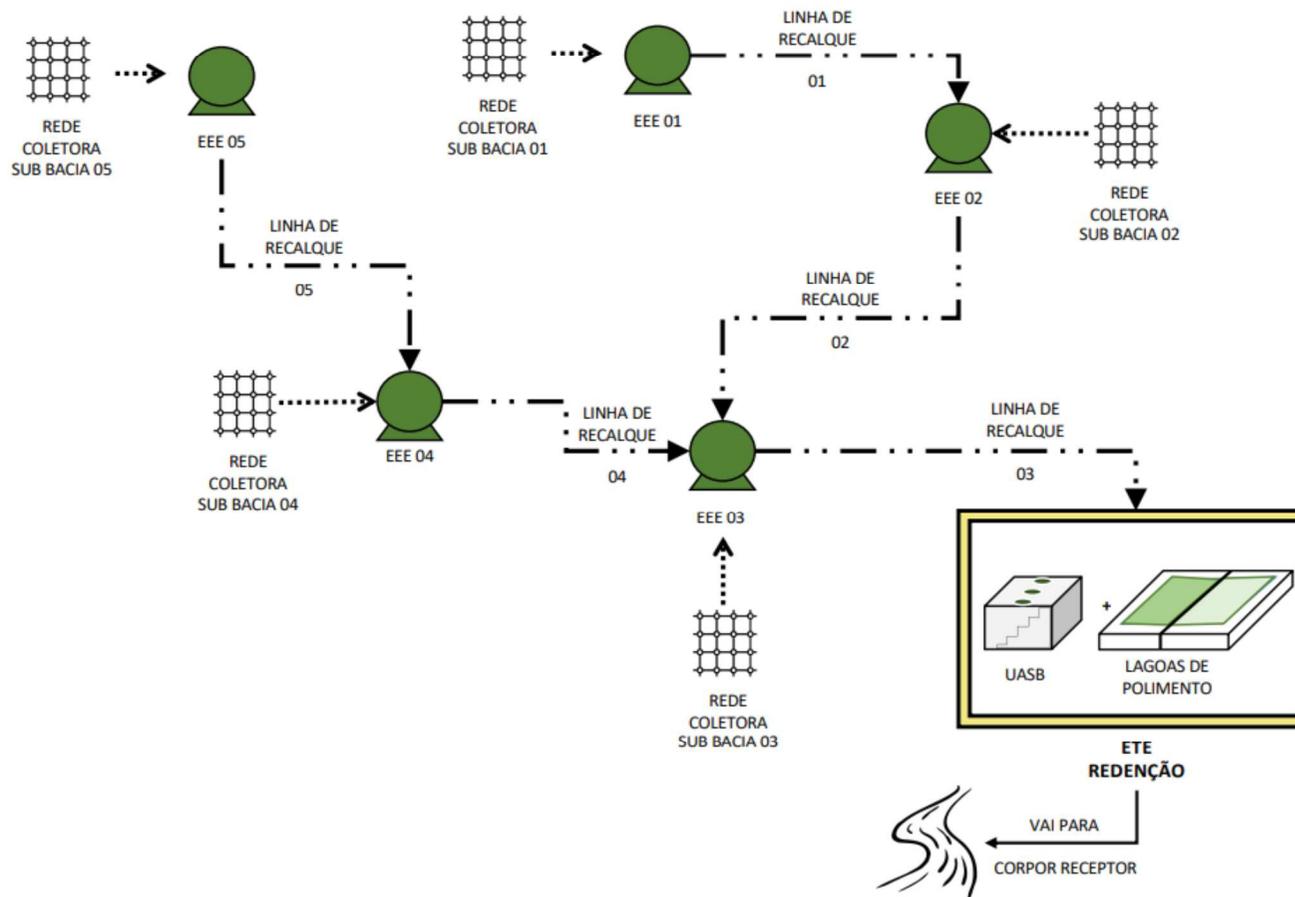
**Estação de Tratamento de Esgoto:**

Unidades	Quantidade	Dimensões
UASB	2 UN	8,0 x 8,0 x 5,0
LEITO DE SECAGEM	6 CÉLULAS	4,0 x 8,0 x 0,35
LAGOAS DE POLIMENTO COM CHICANAS	2 UN	41,6 X 174,6 X 0,8 (3 CHICANAS CADA)

**Emissário Final (EF):**

Corpo Receptor	Vazão Média	Material	Diâmetro	Extensão
RIACHO SEM DENOMINAÇÃO	34,44 l/s	PVC OCRE	300	50,0 M

## FLUXOGRAMA SES REDENÇÃO



---

---

**CONSIDERAÇÕES**

## II - CONSIDERAÇÕES:

De acordo com processo nº 0766.000077/2021-53, foi solicitada a atualização/readequação do projeto do SES de Redenção, sendo assim, foram mantidas as premissas utilizadas pela Hydros Engenharia e Planejamento S/A e compatibilizadas para licitação semi-integrada de acordo com a lei Nº 13.303/2016.

A Hydros Engenharia e Planejamento S/A apresentou o Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário de Redenção.

Foi solicitada à Hydros e mantida neste projeto pela Cagece/GPROJ em reunião a elaboração do projeto do sistema de esgotamento sanitário da sede urbana de Redenção/CE. De acordo com reunião foram definidos alguns itens a serem considerados no projeto básico da cidade em questão.

### CONSIDERAÇÕES DE PROJETO:

As considerações solicitadas pela Cagece/GPROJ são as seguintes e foram mantidas neste projeto de readequação, conforme reunião com UN-BME e com SOB:

- Considerar o atendimento total da sede urbana, desconsiderando qualquer sistema existente;
- Tentar transpor os recalques diretamente nas elevatórias à jusante, evitando lançar na rede coletora;
- O tratamento preliminar das estações elevatórias será contemplado apenas com grade e hermeticamente fechadas, com exceção da última elevatória (completa);
- Nas áreas das estações elevatórias e estação de tratamento, o seu fechamento deverá ser limitado por gradil com concertina;
- Não deverá utilizar estação de queima de gás para o reator UASB, somente corta-chamas e RPG;
- Utilizar cortina verde na área da ETE (espécies pré-definidas pela GEPED);
- Usar pavimentação em paralelepípedo nos coroamentos e nas áreas de passeio da ETE;
- Proteção dos taludes com enrocamento de pedra;
- Acrescentar medição de vazão na saída das lagoas;
- Foi utilizada a mesma topografia, arruamento, caminhamento de rede e linhas de recalque do projeto da Hydros;
- O número de ligações prediais foi retirado do sistema comercial da Cagece, considerando a mesma quantidade de ligações de água de acordo com a abrangência do projeto.

### CONSIDERAÇÕES EXECUTIVAS:

Serão descritas, abaixo, as considerações utilizadas no projeto básico para elaboração do orçamento a ser considerado na execução da obra:

- Está sendo considerado o escoramento do tipo blindado para toda rede coletora, com largura mínima da vala de 1 m e a sobrelargura de acordo com o MEOS;
- Para a via em paralelepípedo com rejuntamento, foi considerado o acréscimo de 30 cm para cada lado de recomposição, evitando que blocos adjacentes se desloquem;
- Para a via em pedra tosca, foi considerado o acréscimo de 15 cm para cada lado de recomposição;
- Para as vias principais (CE's), está sendo considerada a fresagem e a recomposição da pavimentação asfáltica com largura de 3,5 m. Para as demais vias com asfalto, considerou-se fresagem e recomposição asfáltica de 1,3 m para trechos sem escoramento e 2,0 m para trechos com escoramento;
- Para recomposição da vala, considerou-se 40 cm de pó de pedra na base e na sub-base;

- Para as vias projetadas e vias com fresagem de 3,5 m, considerou-se 100% da substituição do material escavado por pó de pedra;
- Considerou-se a recuperação da sinalização horizontal nas vias com recomposição de pavimentação.



### III- INTRODUÇÃO

O Saneamento Básico é indispensável para manutenção da saúde humana. A implantação dos sistemas públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de destino adequado do lixo traz uma rápida e sensível melhoria na saúde e nas condições de vida de uma população. Como exemplo, podemos citar: Controle e prevenção de doenças; Promoção de hábitos higiênicos; Desenvolvimento de esportes; Melhoria da limpeza pública; Manutenção de praças e jardins; Combate a incêndios; Combate aos vetores.

Os povos primitivos associaram a idéia de águas sujas com a transmissão de doenças. Eles observaram que, em época de chuva, quando as águas se tornavam barrentas, ocorriam epidemias de febre tifóide e outras doenças nas populações que bebiam essas águas. Atualmente, essa coincidência entre o mau aspecto das águas e a transmissão de doenças nem sempre ocorre, pois os esgotos vão para os rios, através de tubulações, independentemente das chuvas. Assim sendo, as águas podem ser turvas sem conter patógenos ou podem ser contaminados por patógenos sem ficarem turvas (quando a quantidade de esgoto é pequena em relação ao volume da água do rio).

A falsa idéia de que somente as águas com alterações do sabor e da sua qualidade estética podem transmitir doenças pode ter, às vezes, graves conseqüências. Muitas pessoas preferem, por exemplo, beber água cristalina de nascente ou de poços a beber de torneira, que é tratada e distribuída pelos serviços públicos.

Freqüentemente, entretanto, a água dos poços e das nascentes é contaminada pela proximidade de fossas e lançamentos de esgotos. A contaminação se dá por infiltração através do solo, de tal maneira que as partículas em suspensão (causadoras de turbidez) ficam retidas neste, enquanto que as bactérias e vírus, por serem muito menores, atravessam o solo atingindo a água do poço ou da nascente que, embora "limpa" passará a transmitir doenças.

Além do aspecto estético de doenças, a poluição pode causar também desequilíbrios ecológicos. Geralmente, isso ocorre quando são lançadas ao rio grandes quantidades de resíduos orgânicos. A matéria orgânica é geralmente biodegradável, seja ela proveniente de esgotos, ou de qualquer outra origem, como restos de alimentos ou produtos industriais (açúcar, por exemplo). Sendo biodegradável, ela pode ser utilizada como alimento pelos microorganismos decompositores da água (bactérias, fungos e outros seres saprófitos que vivem e proliferam-se normalmente nas áreas). Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica lançada à água, maior o número de microorganismos que aí se desenvolverão. Esses Microorganismos respiram, consumindo o oxigênio dissolvido na água. Assim sendo, quanto maior a quantidade de matéria biodegradável, maior o número de decompositores e maior o consumo de oxigênio.

Como a água constitui um ambiente pobre em oxigênio (por causa da baixa solubilidade deste), esse excessivo consumo respiratório pode causar a extinção de todo o oxigênio dissolvido, o que ocasiona a conseqüente morte dos peixes e de outros seres aeróbicos.

O principal aspecto a merecer a nossa atenção é que a morte dos peixes neste caso, não é provocada pela presença de tóxicos ou de qualquer substância nociva, mas sim pelo excesso de alimentos no meio. Uma usina de açúcar pode poluir um rio por lançar nele nada mais do que açúcar.

Trata-se, pois, de um desequilíbrio ecológico e não de um envenenamento das águas e esta é a causa mais freqüente de morte de rios poluídos.

Esse tipo de poluição não é nocivo ao homem, diretamente, pois este não faz parte dos ecossistemas aquáticos. Apenas os organismos que respiram dentro do ambiente líquido são afetados.

Indiretamente, entretanto, o homem é prejudicado, seja pelo desaparecimento dos peixes que constituem uma importante fonte de alimento protéico, seja pelas dificuldades que a poluição, em geral, pode provocar em relação ao tratamento da água para abastecimento.

O saneamento básico é a medida de saúde pública mais eficaz quando se fala em prevenir doenças e em reduzir gastos hospitalares, ou redirecioná-los. Também é com o saneamento básico que se reduz drasticamente a mortalidade infantil e se aumenta a expectativa de vida de uma comunidade, sendo este um dos fatores componentes do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de um país.

O acesso das pessoas aos serviços de saneamento básico, especialmente nos chamados “países em industrialização”, como o Brasil, ainda é restrito a sua classe econômica e a sua distribuição geográfica. Isso acaba criando “bolsões” de pobreza: em lugares onde não há saneamento básico, geralmente faltam hospitais, escolas, postos policiais, ou seja, a população é completamente desassistida. O saneamento básico é a medida mais elementar de controle de doenças, e deve ser pensado desde os primórdios da ocupação de um território, pois dessa medida dependerá grande parte do crescimento da cidade.

---

---

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

## 1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

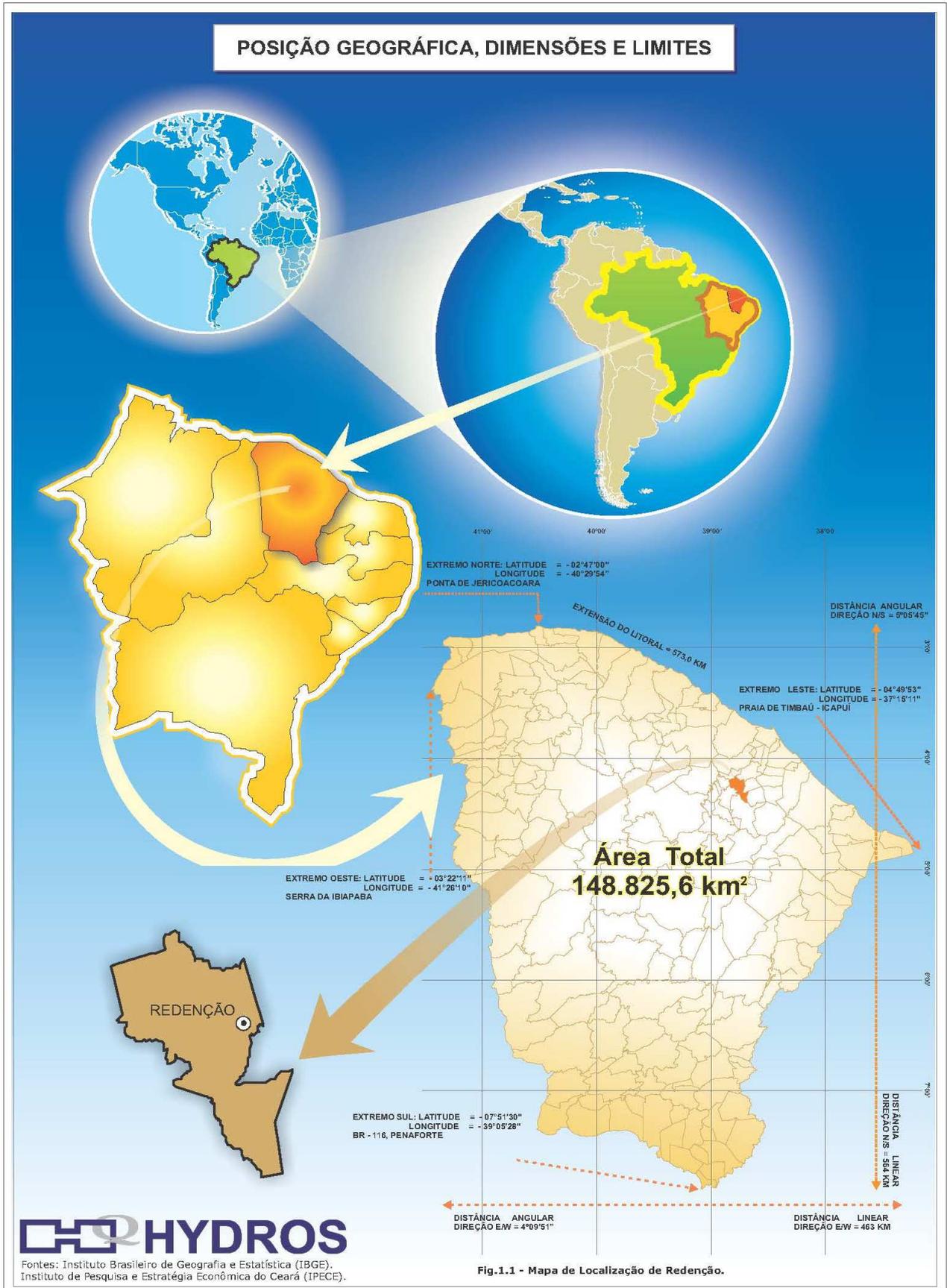
O município de Redenção situa-se na porção Norte do Estado do Ceará, na Mesorregião denominada Norte Cearense e na microrregião Baturité. Criado em 1868, Redenção conta com a área de 225,63 km<sup>2</sup>, representando 0,15% da área do Estado (IBGE SIDRA, 2012). A sede municipal está localizada nas coordenadas geográficas **4°13'33" S** e **38° 43' 50" W**, apresentando altitude média de 88,8 m e distando cerca de 61 km do município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará.

O município limita-se ao Norte com Acarape, Guaiúba, Palmácea e Pacoti; ao Sul: Araçoiaba e Barreira; ao Leste: Barreira e Acarape; ao Oeste: Pacoti e Baturité (IBGE Cidades, 2012).

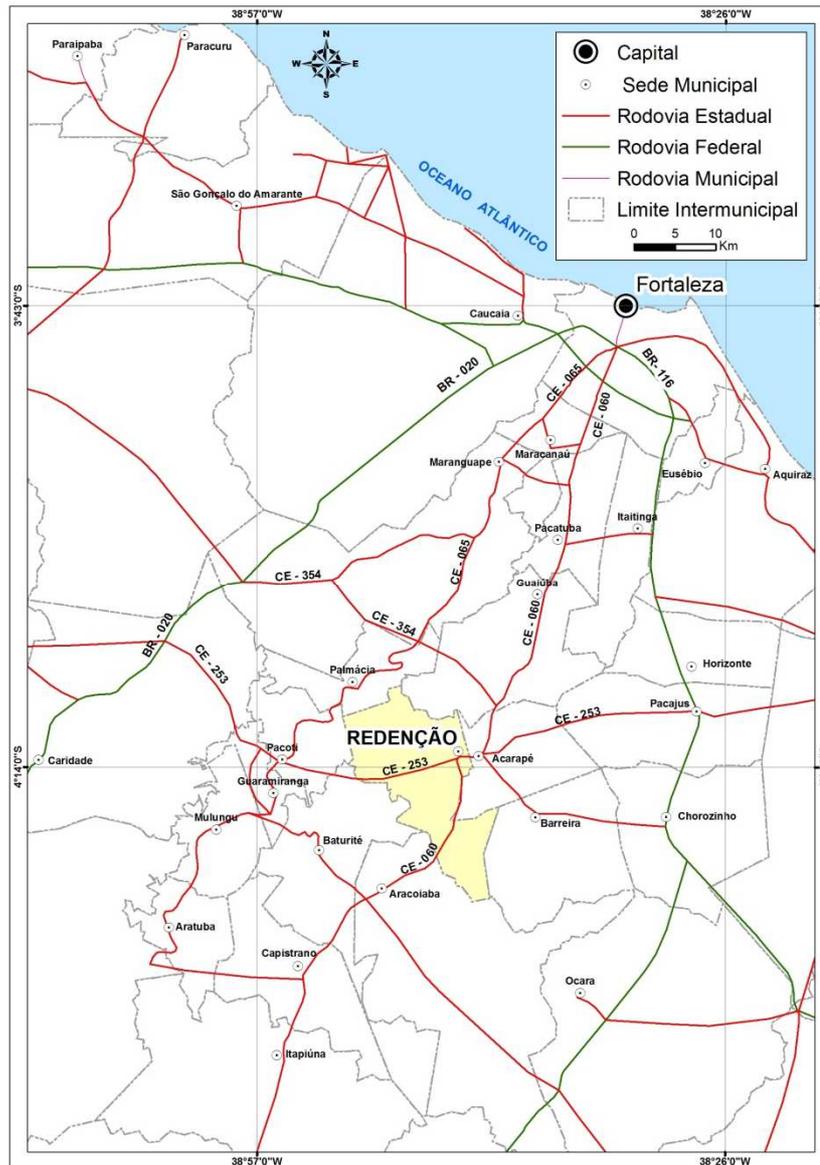
Partindo da capital, o principal acesso rodoviário até a sede municipal de Redenção ocorre por meio da rodovia estadual CE - 060 num trajeto de 64,5 km. Outra alternativa para se chegar à cidade é seguindo pela rodovia federal BR - 116 até Pacatuba, onde segue-se pela rodovia CE-060 até Redenção, num percurso total de 76,9 Km.

Na **Fig. 1.1** será apresentado o mapa de localização do município em relação ao estado e na **Fig. 1.2** será apresentado o acesso da capital a localidade.

Figura 1.1 - Mapa de Localização de Redenção no Estado do Ceará.



**Figura 1.2 - Acesso Rodoviário de Fortaleza à Redenção.**



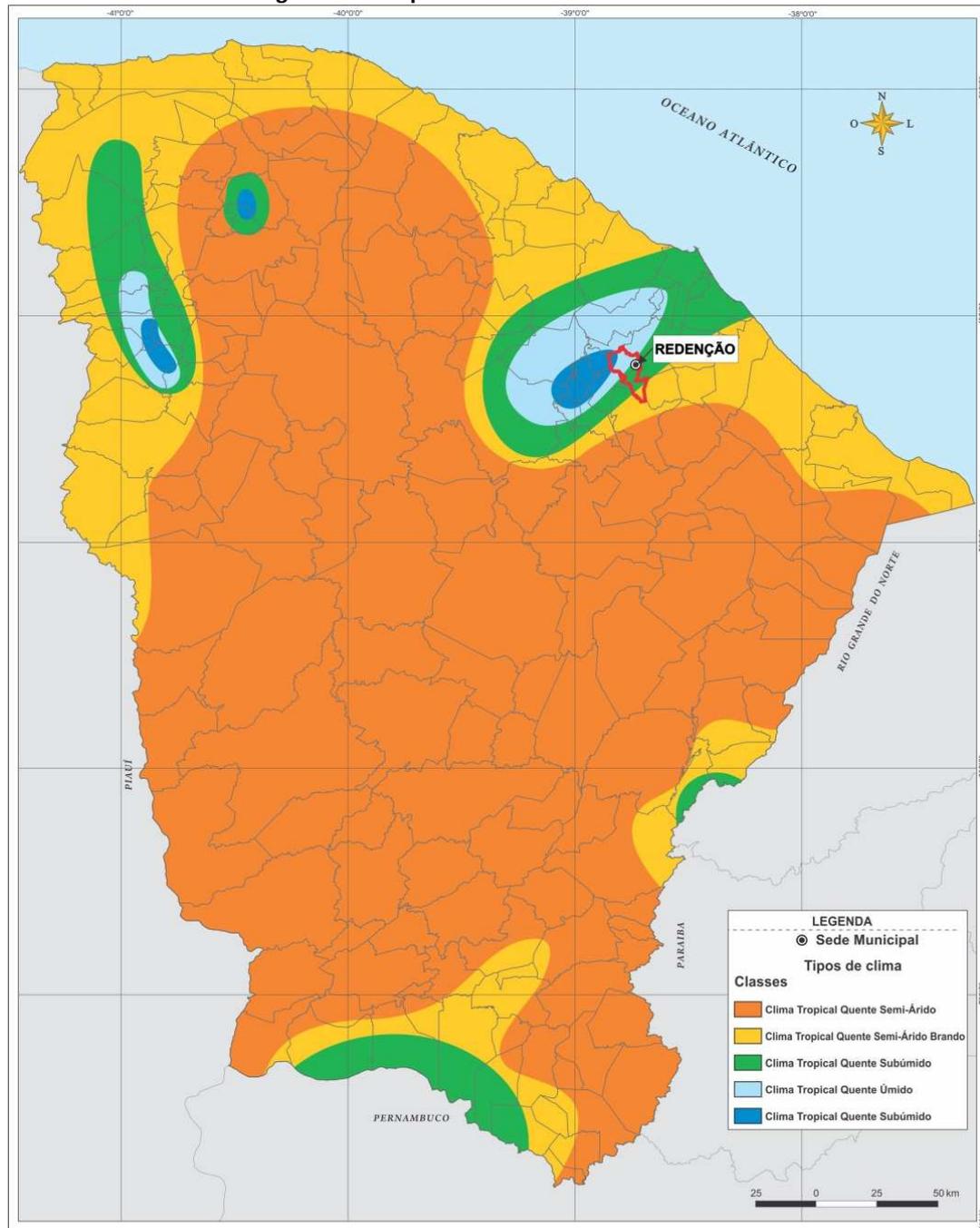
Fonte: Ipece 2012.

## 1.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

### 1.2.1 Clima

Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME 2012, o Estado do Ceará apresenta um clima tropical que se subdivide em: Quente Semi-Árido, Quente Semi-Árido Brando, Quente Subúmido e Quente Úmido. Na **Fig. 1.3**, observamos que, na divisão climática estadual, o município de Redenção situa-se em 3 (três) tipologias: Tropical Quente Úmido, Tropical Quente Semi-Árido Brando e Clima Tropical Quente Sub-úmido.

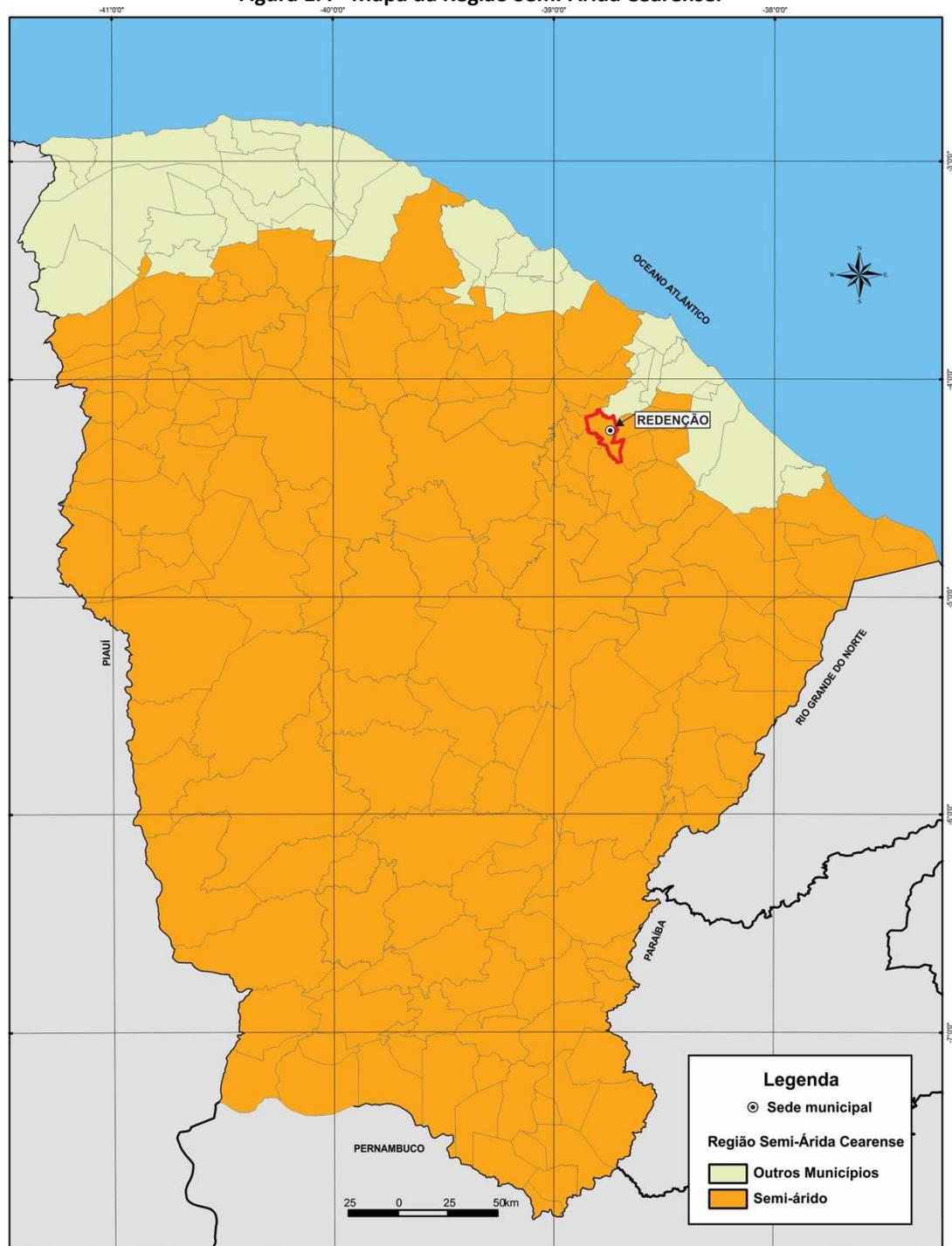
Figura 1.3 - Mapa de Clima do Estado do Ceará.



Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, 2012.

O Estado do Ceará possui 86,8% da sua área inserida na região do semi-árido brasileiro, de acordo a FUNCEME (2012), (Fig. 1.4). O município de Redenção está inserido nessa região.

**Figura 1.4 - Mapa da Região Semi-Árida Cearense.**

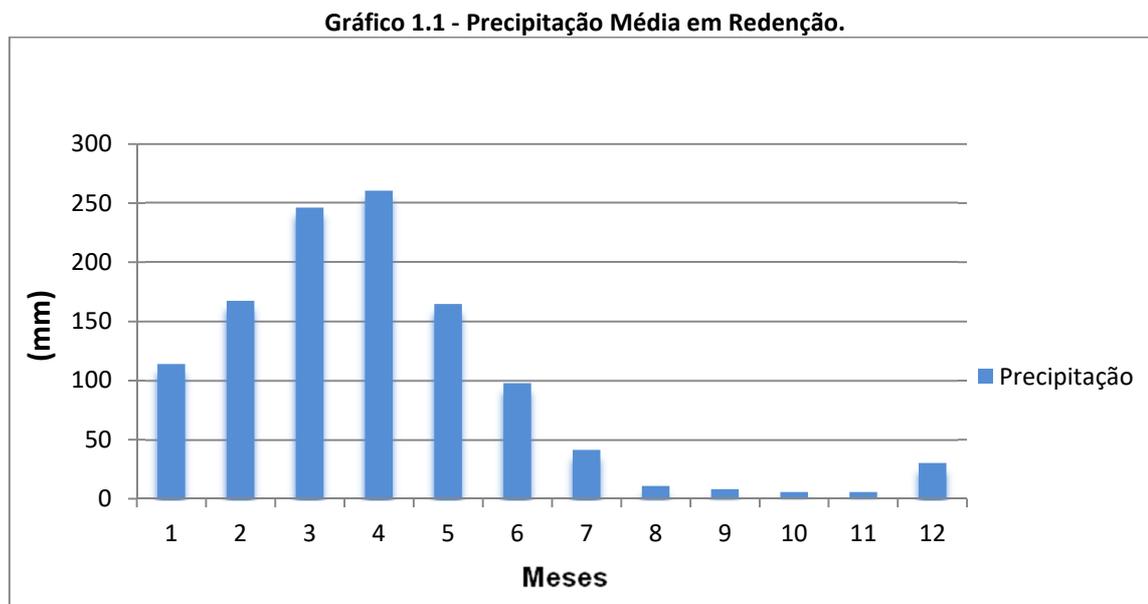


Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, 2012.

Para análise do clima do município de Redenção, são consideradas as seguintes variáveis meteorológicas e climatológicas: precipitação, temperatura, evaporação, ventos, insolação e estiagens prolongadas. Para esse estudo, utilizou-se, para análise da precipitação, os dados fornecidos pela FUNCEME da estação pluviométrica de Redenção do período entre os anos de 1978 a 2011, e para as outras variáveis, foram utilizadas as informações do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2009), referente às Normas Climatológicas do período de 1961-1990, da estação de Fortaleza n° 82397, a mais próxima de Redenção, situada a 60 km.

### 1.2.2 Precipitação

No **Gráfico 1.1** e na **Tabela 1.1**, observamos a distribuição anual da precipitação em Redenção. Notamos que o período chuvoso compreende os meses de janeiro a maio, sendo abril o mês com maior precipitação ultrapassando os 250 mm. Nos meses secos de agosto a novembro, o total pluviométrico não ultrapassa os 10,0 mm. A média anual de precipitação no período entre 1978 - 2011 foram de 1153,9 mm.



Fonte: FUNCEME, 2012.

**Tabela 1.1 - Precipitação Média em Redenção.**

Dados	Mês												TOTAL ANO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Precipitação (mm)	114,1	167,4	246,3	260,6	164,8	97,8	41,5	10,9	8,3	5,6	5,8	30,33	1153,9

Fonte: FUNCEME, 2012.

A estação chuvosa (janeiro a maio) tem a zona de convergência intertropical (ZCIT) como principal sistema causador de chuva, sofrendo influência de sistemas secundários, tais como: linhas de instabilidade e complexos convectivos de mesoescala. O predomínio de altas pressões atmosféricas no segundo semestre ocasiona a ausência de chuvas.

### 1.2.3 Temperatura

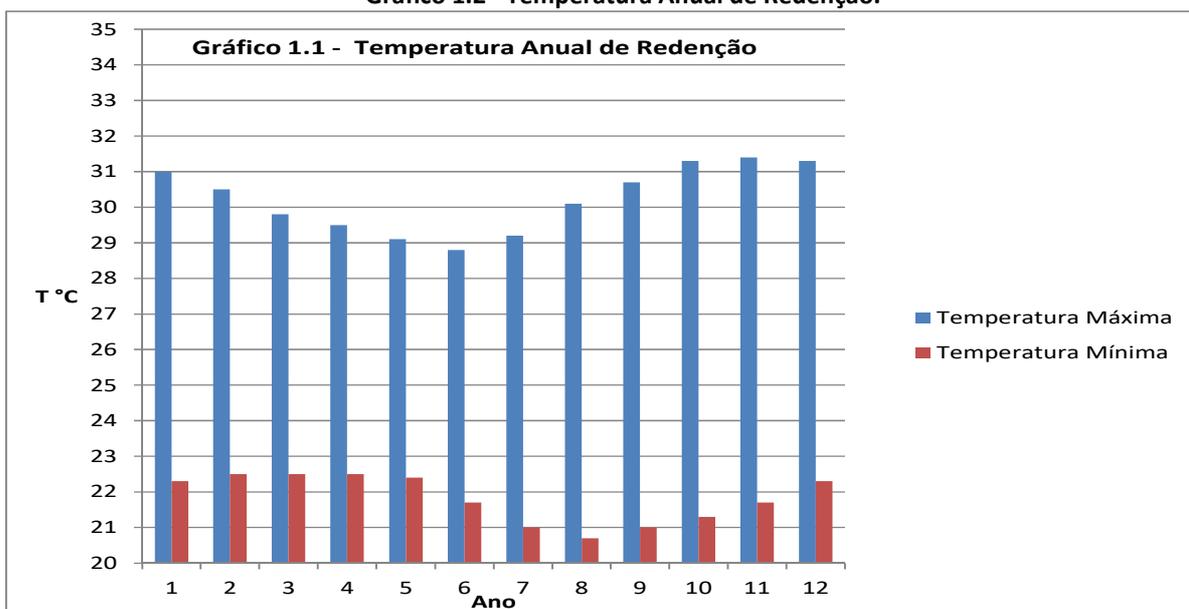
A temperatura máxima de Redenção fica em torno de 31,4 °C e mínima em torno de 20,7 °C, a temperatura média de Redenção é em torno de 26 °C, conforme **Tabela 1.2** e **Gráfico 1.2**.

**Tabela 1.2 - Temperatura Máxima e Mínima de Redenção.**

Dados	Mês												ANO / MÉDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperatura Máxima (°C)	31,0	30,5	29,8	29,5	29,1	28,8	29,2	30,1	30,7	31,3	31,4	31,3	30,2
Temperatura Mínima (°C)	22,3	22,5	22,5	22,5	22,4	21,7	21,0	20,7	21,0	21,3	21,7	22,3	21,8

Fonte: CLIMATE, 2013.

**Gráfico 1.2 - Temperatura Anual de Redenção.**



Fonte: CLIMATE, 2013.

#### 1.2.4 Período Chuvoso

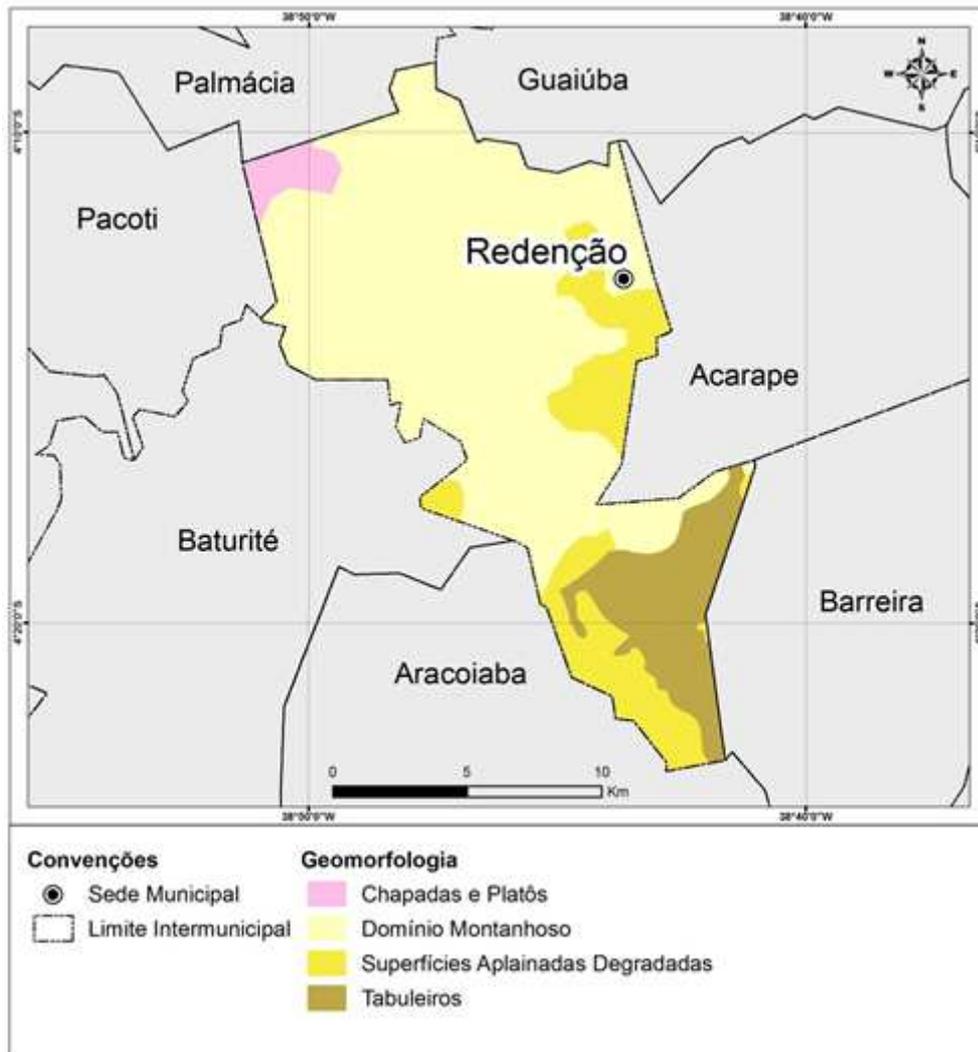
As chuvas acontecem, geralmente, no período de verão-outono. O regime pluviométrico é do tipo tropical, com um curto período chuvoso e outro seco, além do período de estiagem. O período chuvoso ocorre, notadamente, de janeiro a abril, estando o índice pluviométrico anual em torno de 1.062 mm.

### 1.3 ASPECTOS AMBIENTAIS

#### 1.3.1 Relevo

O relevo do município de Redenção é formado por quatro unidades geomorfológicas: Superfícies Aplainadas Degradadas, Chapadas e Platôs, Domínio Montanhoso e Tabuleiros. (**Fig 1.5**). As características destes modelados são apresentadas na **Tabela 1.3**, nota-se que, na sede, predominam as formas topográficas aplainadas ou ligeiramente onduladas, com declividade variando entre 0 a 5° e amplitude topográfica de 10 a 30 metros nas superfícies aplainadas degradadas, o domínio montanhoso com declividade de 25 a 45° predomina no município como um todo, ocorrendo no sul de Redenção os Tabuleiros que tem baixa declividade (0 a 3%) e amplitude topográfica de 20 a 50 metros.

**Figura 1.5 - Mapa de Geomorfologia do Município de Redenção.**



Fonte: CPRM, 2011.

**Tabela 1.3 - Características das Unidades de Relevo de Redenção.**

Feições do Relevo	Declividade	Amplitude Topográfica
Tabuleiros	0 a 3°	20 a 50 metros
Superfícies Aplainadas Degradadas	0 a 5°	10 a 30 metros
Chapadas e Platôs	0 a 5°	0 a 20 metros
Domínio Montanhoso	25 a 45°	300 a 2000 metros

Fonte: CPRM, 2011.

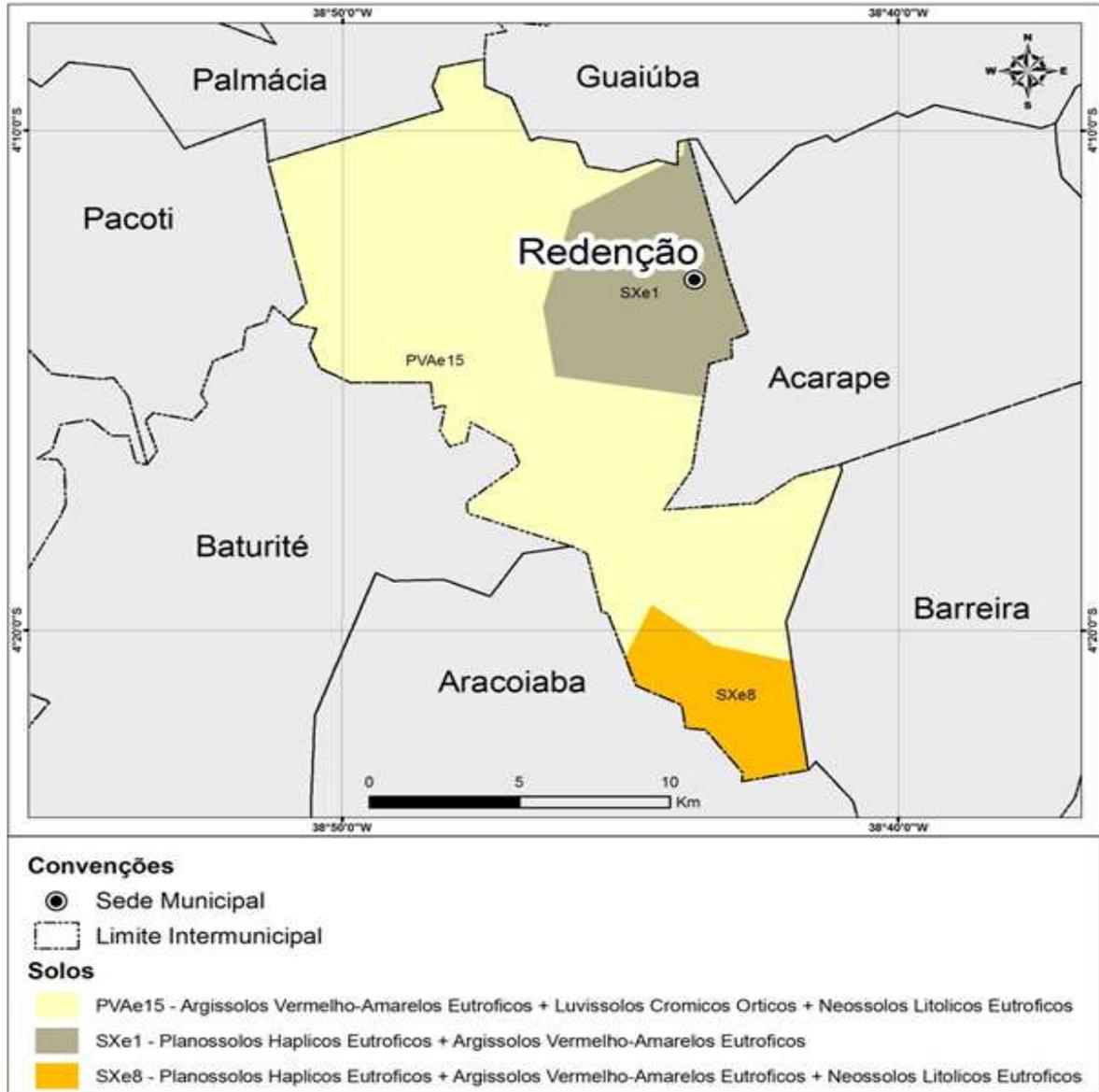
### 1.3.2 Solo

Segundo a EMBRAPA (2011), ocorrem três classes de solos em Redenção:

PVAe15 – Associação de Argissolos Vermelhos Eutróficos com Luvisolos Crômicos Órticos e Neossolos Litólicos Eutróficos; SXe1 – Planossolos Háplicos Eutróficos associados com os Argissolos Vermelhos Eutróficos; SXe8 - Planossolos Háplicos Eutróficos associados com os Argissolos Vermelhos Eutróficos e Neossolos Litólicos Eutróficos (**Fig. 1.6**).

Predominam em Redenção, os Argissolos Vermelhos Eutróficos, um tipo de solo profundo e bem desenvolvido. Ocorrem também os Neossolos, um tipo de solo pouco evoluído, que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário; os Luvisolos que compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural com argila de atividade alta; e os Planossolos, solos minerais com horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A.

Figura 1.6 - Solos no Município de Redenção.

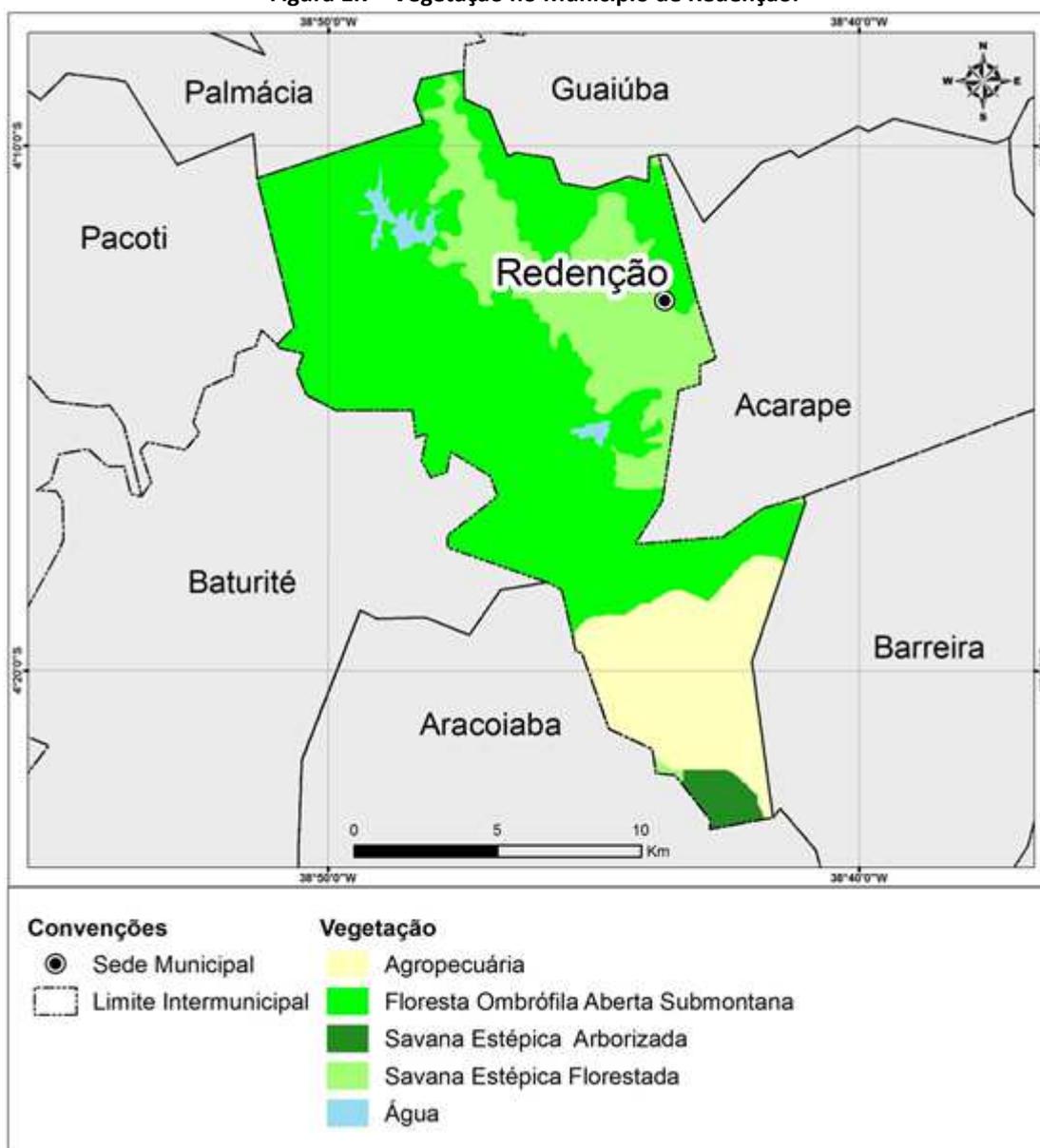


Fonte: CPRM, 2011.

### 1.3.3 Vegetação

A vegetação predominante na sede do município é a Savana Estépica Florestada (caatinga), uma formação vegetal resistente a grandes períodos de estiagem, como ocorre no município e na maior parte do Nordeste Brasileiro. A maior parte do território de Redenção é coberto pela Floresta Ombrófila Aberta Submontana, ocorrendo também a agropecuária, onde a ação antrópica é bem destacada, compreendendo as lavouras e a Pastagem, que compreende tanto a vegetação natural quanto a plantada, ambas destinadas ao pastoreio do gado como ilustrado na **Fig. 1.7**.

Figura 1.7 - Vegetação no Município de Redenção.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2012).

## 1.4 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS

### 1.4.1 Hidrologia

De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH (2012), o município de Redenção está inserido na bacia hidrográfica Metropolitana, bacia que apresenta área de 15.085 Km<sup>2</sup>, englobando um conjunto de bacias independentes (Fig 1.8).

O rio Pacoti, que a partir de Redenção passa a se chamar rio Acarape, é a principal drenagem do município. Seu curso tem a extensão de 150 Km, nascendo na Serra de Baturité no município de Guramiranga e desaguando no Oceano Atlântico (Fig. 1.9).

O principal corpo hídrico de Redenção é o Açude Acarape do Meio (Fig. 1.9), localizado a noroeste da sede municipal. Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (SRH, 2012), o açude foi construído

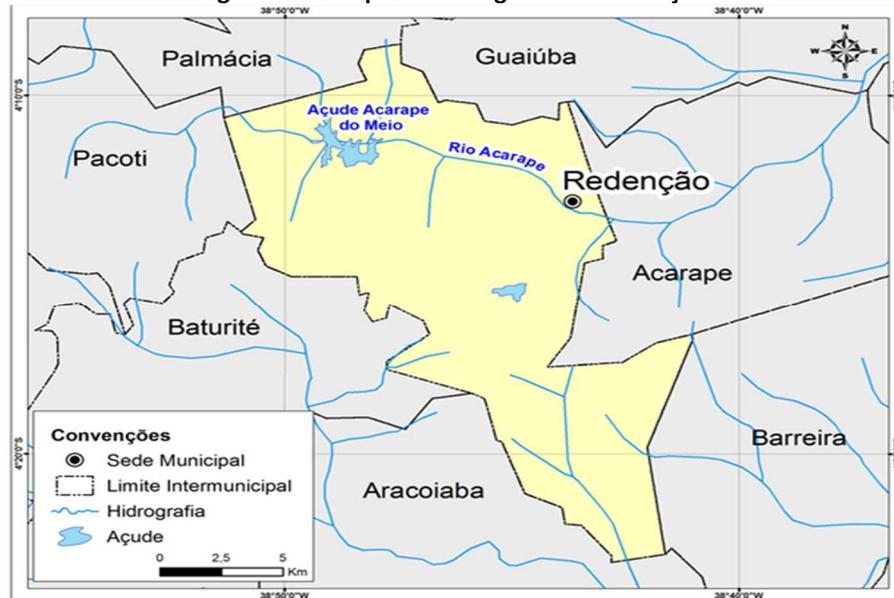
entre os anos de 1909 e 1924, com o objetivo de abastecer de água potável a cidade de Fortaleza. Possui bacia hidrográfica com área de 210,010 km<sup>2</sup>, e reservatório com capacidade de 31.500.000 m<sup>3</sup>. Inicialmente de propriedade do DNOCS, este passou depois à responsabilidade do município de Redenção, em seguida para à Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). Atualmente, está sob a jurisdição da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

**Figura 1.8 - Mapa de Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.**



Fonte: IPECE, 2012.

Figura 1.9 - Mapa de Hidrografia de Redenção.



Fonte: IPECE, 2012.

#### 1.4.2 Hidrogeologia

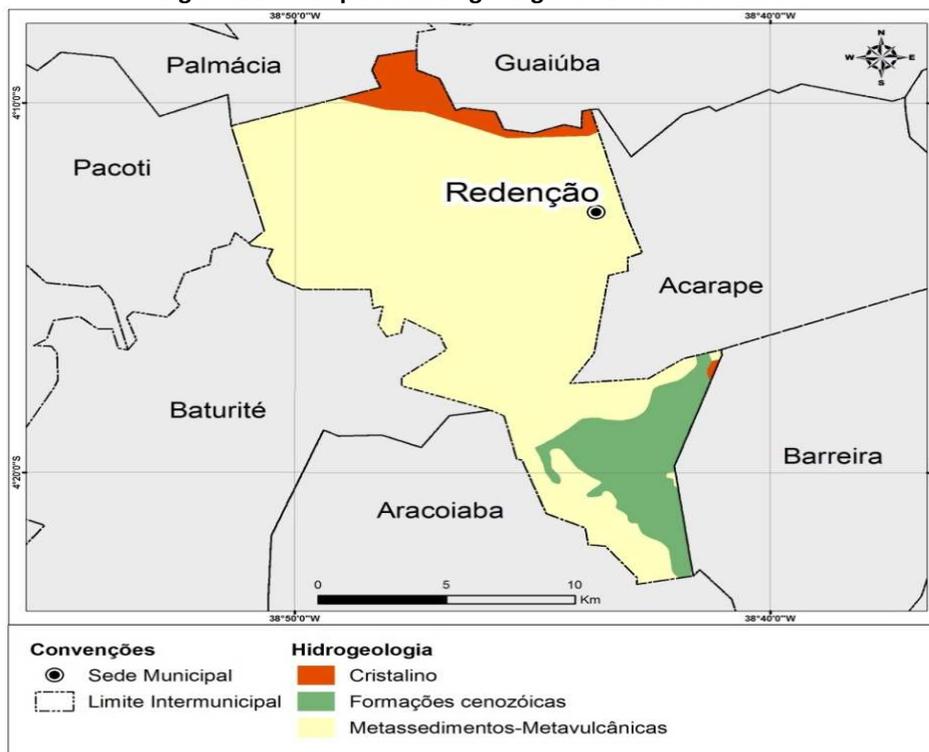
No tocante a hidrogeologia, de acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (1998), existem três domínios no município de Redenção: Rochas cristalinas, Formações Cenozóicas e Metassedimentos – Metavulcânicas (**Fig. 1.10**).

Predomina no município o domínio dos Metassedimentos – Metavulcânicas. Esse domínio e o domínio das rochas cristalinas que ocorre na porção Norte do município possuem aquífero do tipo fissural, que apresenta porosidade de ordem secundária, regulada pelas fraturas das rochas.

A extensão, o grau de abertura e a conexão destas fissuras regulam a permeabilidade e o coeficiente de armazenamento de água subterrânea nessas rochas. A recarga desse tipo de aquífero está relacionada diretamente à pluviometria, à rede hidrográfica e a aluviões. A circulação, entretanto, é praticamente inexistente. Devido a essas características, os reservatórios são aleatórios, descontínuos e de pequena extensão, e as vazões produzidas por poços são pequenas, situam-se, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1999), entre mínima de 0,2 m<sup>3</sup>/h e máxima em torno de 5 m<sup>3</sup>/h, com profundidade média dos poços perfurados de 65 m, e água na maior parte das vezes salinizada.

As Formações Cenozóicas presentes no setor Sudeste de Redenção são constituídas por pacotes de rochas sedimentares, com comportamento de aquífero granular, que possui uma porosidade primária, e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade, o que possibilita excelentes condições de armazenamento e de fornecimento d'água (BONFIM, 2002).

Figura 1.10 - Mapa de Hidrogeologia do Estado do Ceará.



Fonte: CPRM (1998).

## 1.5 ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS

Em relação ao perfil de renda da população do município de Redenção, o **Quadro 1.1** mostra a distribuição percentual de pessoas de 10 anos ou mais de idade, por classes de rendimento nominal mensal, de acordo com o IPECE 2011.

**Quadro 1.1 - Distribuição da população por Nível de Renda no Município de Redenção.**

Faixa de Renda (Salário Mínimo)	(% Da População de 10 Anos ou Mais de Idade)
Sem Rendimentos	41,15
Até 1	28,8
1 a 2	7,25
2 a 5	2,71
5 a 10	0,43
mais de 10	0,08

Fonte: IPECE – Anuário Estatístico do Ceará - 2011.

A distribuição de renda de Redenção evidencia que a maior parte de sua população recebe baixos rendimentos, pois 41% da população de mais de 10 anos de idade não tinham rendimentos e 28,8% tinham renda de até 1 (um) salário mínimo. Somando os percentuais da população que recebe até 1 salário, chega-se ao total de 69,95 %, ou seja, mais da metade da população recebeu até um salário por mês em 2010 no município de Redenção. Apenas 0,43 % da população acima de 10 anos tem renda superior a 5 (cinco) salários mínimos.

Na divisão setorial do Produto Interno Bruto - PIB de Redenção (**Quadro 1.2**), o setor de serviços é o mais expressivo com 76,87%; em segundo lugar, vem a Indústria com 13,61 e, por último, a agropecuária com apenas 9,52%.

**Quadro 1.2 - Produto Interno Bruto (PIB – R\$ mil) e Percentagem no Município de Redenção por setores.**

SETOR	2010	%
<b>PIB</b>	120.713	100
<b>Agropecuária</b>	11.492	9,52
<b>Indústria</b>	16.429	13,61
<b>Serviços</b>	92.792	76,87

Fontes: IBGE/IPECE (2010).

O **Quadro 1.3** apresenta os Índices de Desenvolvimento do município de Redenção. Segundo o IPECE (2013), estes índices orientam a formulação de políticas públicas. O Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), que reúne diversos indicadores de diferentes grupos, apresentou, em Redenção no ano de 2010, o valor de 32,69, ocupando a 29° posição no ranking estadual dentre os 184 municípios do Ceará. O Índice de desenvolvimento Humano (IDH), que avalia o avanço na qualidade de vida, no ano 2010, apresentou o valor de 0,626 e a 56° posição no ranking estadual.

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará realiza também estudos para mensurar a inclusão social no estado. Para isto, calcula os Índices de Desenvolvimento Social de Oferta (IDS-O) e o Índice de Desenvolvimento Social de Resultado (IDS-R). O IDS-O está relacionado com a oferta de serviços públicos e infraestrutura, enquanto que o IDS-R apresenta os resultados alcançados pelas condições de oferta e considera indicadores que refletem de forma mais direta o bem-estar da população (IPECE, 2013). O município de Redenção em 2009 apresentou IDS-O de 0,449, ocupando a 20° posição no ranking estadual, enquanto que o IDS-R foi de 0,564 e ranking 15°. Desta forma, percebe-se que o município em estudo no que se refere a índices sociais se encontra em posições intermediárias quando comparado com os demais municípios do estado do Ceará.

**Quadro 1.3 - Índices de Desenvolvimento no município de Redenção.**

Índices de Desenvolvimento	Município de Redenção	
	Valor	Ranking
Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) em 2010	32,69	29
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em 2010	0,626	56
Índice de Desenvolvimento Social de Oferta (IDS-O) – 2009	0,449	20
Índice de Desenvolvimento Social de Resultado (IDS-R) – 2009	0,564	15

Fonte: IPECE, Perfil Básico Municipal 2013.

Segundo a Caixa Econômica do governo federal, em julho de 2012, no município de Redenção, 3.639 famílias foram beneficiadas com o programa do governo federal “Bolsa Família” que visa auxiliar as famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza a superarem esta situação de vulnerabilidade.

No que se refere à escolaridade da população de Redenção, o **Quadro 1.4** apresenta uma comparação do nível de instrução da população de Redenção com a do Brasil e a do Ceará. Observa-se que os percentuais de pessoas sem instrução ou com nível fundamental incompleto em Redenção (63,42%) é superior aos percentuais do Brasil (50,24) e do Ceará (55,84). Em todos os outros níveis de instrução, Redenção apresentou percentuais menores do que os registrados no Ceará e no Brasil, onde apenas 17,19% da população de Redenção têm nível médio completo e 1,91% nível superior. A taxa de

analfabetismo Funcional para Pessoas com 15 anos ou mais nos anos 2000 e 2010 para o município e o estado, pode ser visualizada no **Quadro 1.5**.

**Quadro 1.4 - Nível de Instrução da população do Brasil, do Ceará e do município de Redenção.**

Nível de instrução	Brasil (%)	Ceará (%)	Redenção (%)
Sem instrução e fundamental incompleto	50,24	55,84	63,42
Fundamental completo e médio incompleto	17,4	17,44	16,65
Médio completo e superior incompleto	23,45	21,25	17,19
Superior completo	8,31	4,95	1,91
Não determinado	0,6	0,51	0,83

Fonte: IBGE, 2010.

**Quadro 1.5 - Taxas de Analfabetismo funcional para pessoas com 15 anos ou mais 2000/2010.**

Discriminação	Município de Redenção		Estado do Ceará	
	2000	2010	2000	2010
População residente de 15 anos ou mais	16.367	19.195	4.938.392	6.264.131
População alfabetizadas de 15 anos ou mais	11.449	14.527	3.627.614	5.087.493
Taxa de analfabetismo funcional (15 anos ou mais)	30,05	24,32	26,54	18,78

Fonte: IPECE, Perfil Básico Municipal 2011.

Percebe-se que, a partir da análise do **Quadro 1.5**, o município apresentou nos anos supracitados taxas de analfabetismo funcional da população de 15 anos ou mais superiores as do estado, pois, em 2000 e 2010, o município atingiu valores de 30,05% e 24,32%, respectivamente. Tais dados revelam a necessidade de investimentos na educação municipal.

## 1.6 ASPECTOS SANITÁRIOS

As doenças de Veiculação Hídrica são causadas por organismos ou por outros contaminantes disseminados diretamente por meio da água. Em locais com saneamento básico deficiente (falta de água tratada e/ou de rede de esgoto ou de alternativas adequadas para a disposição dos dejetos humanos), as doenças podem ocorrer devido à contaminação da água por esses dejetos ou pelo contato com esgoto despejado nas ruas ou nos córregos e rios. A falta de água também pode causar doenças, pois, sua escassez impede uma higiene adequada. Incluem-se também na lista de doenças de transmissão hídrica, aquelas causadas por insetos que se desenvolvem na água. São inúmeros os contaminantes: microrganismos como bactérias, vírus e parasitas, toxinas naturais, produtos químicos, agrotóxicos, metais pesados, etc.

As principais doenças transmitidas pela água são: diarreia aguda; cólera; febre tifóide; hepatite A; algumas verminoses como Ameba, Giárdia, Cryptosporidium, Cyclospora e a esquistossomose; a leptospirose, dengue, febre amarela, filariose, malária e algumas encefalites, dentre outras.

O **Quadro 1.6** apresenta a distribuição percentual das internações por grupo de causas, em que podemos observar a ocorrência de internações por Doenças Infecciosas Parasitárias (DIP), que incluem as doenças de veiculação hídrica em Redenção. Percebe-se que 24,5% das internações são devido à gravidez, parto ou puerpério, entretanto, 11,4% das internações têm como causa as doenças infecciosas e parasitárias, as quais em grande parte são de veiculação hídrica.

A taxa de mortalidade infantil, apresentada no **Quadro 1.7**, reflete, de maneira geral, o desenvolvimento socioeconômico e as condições de vida de uma localidade, em Redenção no ano 2009, a taxa de

mortalidade infantil apresentou o valor de 8,66 mortes por mil nascido-vivos, cujo valor foi inferior à taxa estadual de 13,11 (IPECE, 2011).

**Quadro 1.6 - Distribuição Percentual das Internações por grupo de Causas em Redenção.**

Grupo de Causas	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	Total
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	25,0	35,8	25,0	28,4	10,1	13,4	21,4	23,5	23,1	18,2
II. Neoplasias (tumores)	-	-	2,6	-	-	4,6	4,0	2,2	2,8	3,2
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	-	-	1,3	1,5	-	0,5	0,9	2,2	1,7	0,8
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	1,7	-	-	-	0,6	-	4,9	2,8	2,8	1,2
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	-	2,4	-	-	-	1,2
VI. Doenças do sistema nervoso	-	-	2,6	-	-	0,2	-	0,3	0,2	0,2
VII. Doenças do olho e anexos	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,1
IX. Doenças do aparelho circulatório	-	-	-	-	1,9	4,8	10,4	13,9	12,2	6,1
X. Doenças do aparelho respiratório	56,7	56,1	47,4	25,4	6,3	9,3	22,6	28,5	27,1	19,4
XI. Doenças do aparelho digestivo	-	2,4	2,6	9,0	2,5	11,0	17,4	9,4	10,9	10,0
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	0,8	-	1,5	-	0,7	2,1	2,5	2,8	1,1
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	-	-	2,6	1,5	0,6	0,5	2,4	1,1	1,9	1,0
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	1,7	4,1	6,6	14,9	10,8	12,9	11,0	11,4	11,5	11,3
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	4,5	61,4	31,9	-	-	-	20,0
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	-	0,8	1,3	-	1,3	0,1	-	-	-	0,2
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	-	-	-	-	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas	1,7	-	5,3	10,4	3,2	4,0	1,8	1,1	1,7	3,2
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI. Contatos com serviços de saúde	-	-	2,6	3,0	0,6	2,9	0,6	0,6	0,9	1,8
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: DATASUS (2010).

**Quadro 1.7 - Número de Nascidos Vivos, de Óbitos infantis e Taxa de Mortalidade Infantil em 2012.**

Município	Número de Nascidos Vivos	Número de Óbitos Infantis	Taxa de Mortalidade Infantil (%)
Redenção	420	8	19,05

Fonte: IPECE, 2013.

Para analisar o cenário da saúde do município, é importante observar os indicadores apresentados no **Quadro 1.8**. O número de leitos de internação (2,33) ficou abaixo do recomendado pela Portaria GM/MS nº 1101/02, que recomenda de 2,5 a 3,0 leitos por 1.000 habitantes. Com relação à distribuição de médicos, o município Redenção possui quadro de profissionais suficiente para atender a população, uma vez que a quantidade de médicos esteve acima (1,31 médico/ 1.000 hab), conforme recomendado pela Portaria GM/MS nº 1101/02, que aconselha a razão entre médico/habitantes de 1 médico para cada 1.000 habitantes.

**Quadro 1.8 - Principais Indicadores de Saúde em 2012 para o município de Redenção.**

Discriminação	Valores
Médicos/1.000 hab	1,31
Dentistas/1.000 hab	0,68
Leitos/ 1.000 hab	2,33
Unidades de saúde/ 1.000 hab	1,05
Peso < 2,5Kg ao Nascer	13,93%

Fonte: IPECE, 2013.

## 1.7 INFRAESTRUTURA EXISTENTE

### 1.7.1 Sistema de Abastecimento de Água

Segundo dados do IBGE (2010), apresentado no **Quadro 1.9**, no município de Redenção, 66,87% dos domicílios eram abastecidos pela rede geral de distribuição, 5,97% utilizavam poço ou nascente e 27,16% utilizava outra forma de abastecimento de água.

**Quadro 1.9 - Número de Domicílios e Formas de Abastecimento de Água de Redenção.**

Rede Geral de Distribuição	Poço ou Nascente na Propriedade	Outra Forma	Total
4.943	441	2.008	7.392
66,87%	5,97%	27,16%	100%

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo Demográfico 2010.

### 1.7.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

O **Quadro 1.10** apresenta a forma de esgotamento sanitário dos domicílios de Redenção, segundo o IBGE em 2010, dos 7.392 domicílios existentes em Redenção, apenas 4,13% possuía rede de esgoto ou pluvial; 12,89% tinham fossa séptica e 76,57 apresentavam outra forma de esgotamento sanitário. Além disso, observa-se que 6,41 % dos domicílios não possuem sequer banheiro ou sanitário.

**Quadro 1.10 - Número de Domicílios e Existência de banheiro ou sanitário e Esgotamento sanitário de Redenção.**

TINHAM BANHEIRO OU SANITÁRIO			NÃO TINHAM BANHEIRO OU SANITÁRIO	TOTAL DE DOMICÍLIOS
REDE DE ESGOTO OU PLUVIAL	FOSSA SÉPTICA	OUTRA FORMA		
305	953	5.660	474	7.392
4,13%	12,89%	76,57%	6,41%	100%

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo Demográfico 2010.

### 1.7.3 Sistema de Energia Elétrica

O sistema de energia elétrica do Município de Redenção é mantido pela Companhia Energética do Estado do Ceará (COELCE). No **Quadro 1.11**, observa-se que existe, no município, um total de 10.059 consumidores de energia elétrica, dos quais 6.651 são residenciais.

**Quadro 1.11 - Consumidores de Energia Elétrica por classe de consumo de Redenção.**

Classes de Consumo	Consumidores	Consumo
Residencial	6.651	6.676
Industrial	14	115
Comercial	440	2.342
Rural	2.756	4.170
Público	198	3.886
Consumo Próprio	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>10.059</b>	<b>17.188</b>

Fonte: Companhia Energética do Ceará (COELCE) /2012.

O valor de tarifas adotado pela COELCE pode ser visualizado no **Quadro 1.12**. Segundo a COELCE (2012), são oferecidos benefícios para clientes residenciais de baixa renda que atendem a uma das duas condições: média móvel de consumo nos últimos 12 meses inferior a 80kWh, sem apresentar nesse período mais do que 1 consumo superior ou igual a 120kWh; e média móvel de consumo nos últimos 12 meses de até 220kWh, sendo beneficiário, isto é, assistido por qualquer programa social do governo federal: Auxílio Gás, Bolsa Escola e/ou Bolsa Alimentação, ou potencial beneficiário de algum deles, ou que tenha o NIS - Número de Identificação Social. As tarifas são divididas em 4 faixas de consumo, com valores reduzidos em até 65% em relação à classe Residencial normal. No **Quadro 1.13**, observam-se os valores mínimos mensais adotados pela COELCE.

**Quadro 1.12 - Tarifas de Fornecimento adotadas pela Coelce para o Sistema Convencional de Baixa Tensão.**

Faixa (kWh)	Residencial Baixa Renda		Residencial Normal	Sub-grupos - Outros	R\$/kWh
	Tarifa s/ ICMS	BR>140 Tarifa c/ ICMS	Tarifa c/ ICMS		
				B2 Rural	0,22987
0 a 30	0,12610	0,17495	0,51675	B2 Rural Irrigante 8,5 horas	0,06206
31 a 100	0,21617	0,29992		B2 Rural Irrigante dez horas	0,11174
101 a 220	0,32426	0,44988		B2 Serv. Públicos Irrigação	0,22346
Acima de 220	0,36029	0,49987		B3 Água, Esgoto e Saneamento	0,43924
				B3 Demais Classes (Comércio, Industria e Porder Público)	0,51675
				B4a Iluminação Pública	0,25887
				B4b Iluminação Pública	0,28362

Fonte: Companhia Energética do Ceará (COELCE) /2012.

**Quadro 1.13 - Valores Mínimos mensais adotados pela Coelce para o sistema convencional de baixa tensão.**

Fases	B1		B2	B3	B3
	Residencial Baixa Renda (R\$)	Residencial Normal (R\$)	Rural (R\$)	Demais Classes (R\$)	Água, Esgoto e Saneamento (R\$)
Monofásico	3,78	11,17	6,9	15,5	13,18
Bifásico		18,62	11,49	25,84	21,96
Trifásico		51,68	22,99	51,68	43,92

Fonte: Companhia Energética do Ceará (COELCE) /2012.

#### 1.7.4 Limpeza Urbana

Segundo o IBGE 2010, o município de Redenção, possui 7.392 domicílios, dos quais 3.108 dos domicílios tem coleta por serviço de limpeza, 1.570 são coletados por caçambas e 2.714 domicílios possuía outros meios de manejo dos seus resíduos sólidos (**Quadro 1.14**).

**Quadro 1.14 - Número de Domicílios e Destino do lixo na Sede de Redenção.**

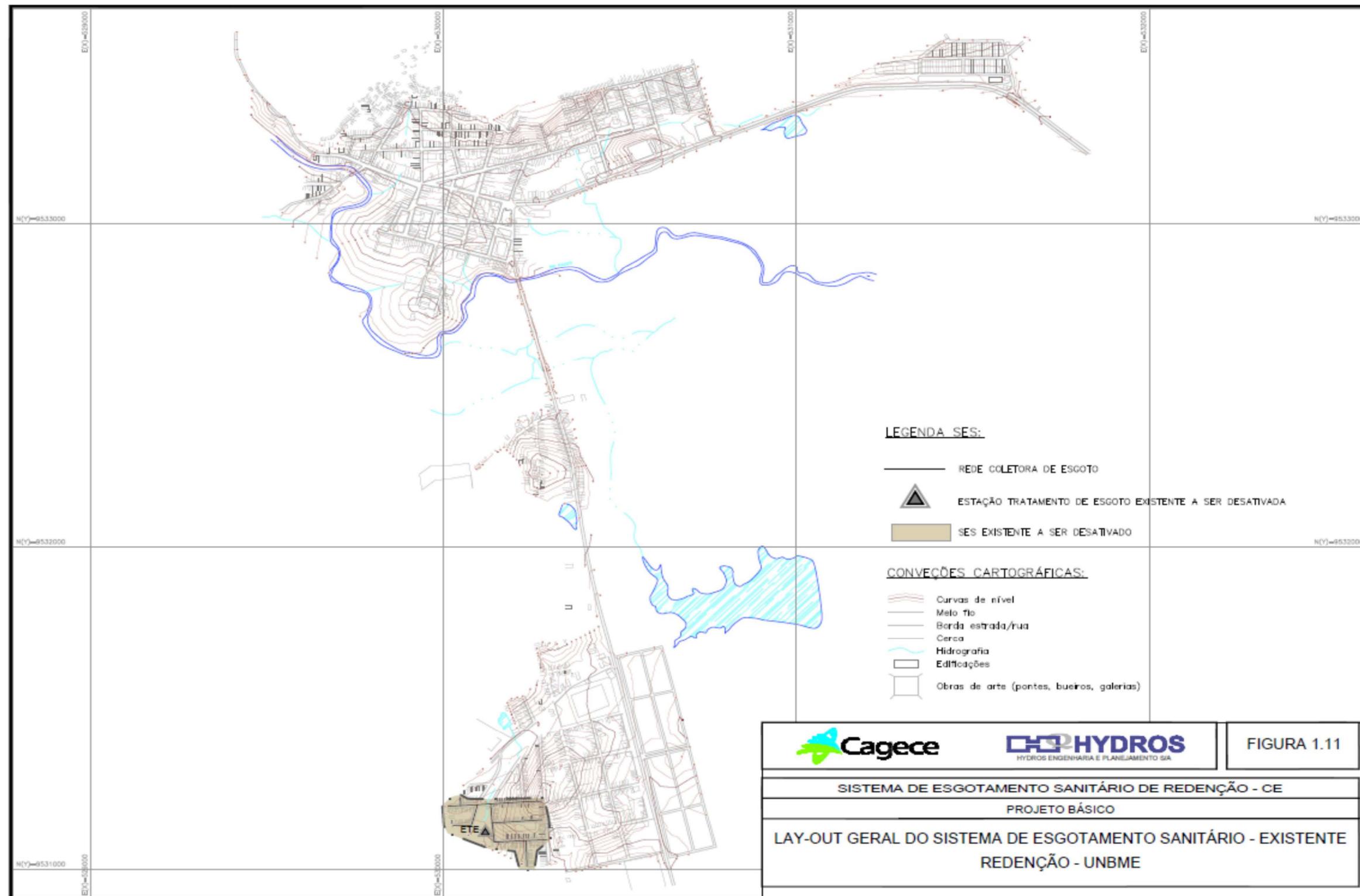
Coletado		Outro destino	Total
Por serviço de limpeza	Em caçambas de serviço de limpeza		
3.108	1.570	2.714	7.392

Fonte: IBGE Sidra (2010).

### 1.8 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A cidade de Redenção, não dispõe de um sistema público de esgotamento sanitário, uma pequena parte foi contemplada no programa Prourb com coleta e tratamento deste esgoto, mas foi feito fora dos padrões de assentamento e de tratamento, sendo este tratamento apenas primário, ou seja, fora dos padrões de lançamento, sendo este pequeno trecho desconsiderado neste projeto, conforme solicitação da Cagece. A ETE existente é contemplada por 2 (dois) Reatores UASB's e 1 (um) Tanque de Contato, de preliminar tem-se uma grade. A maioria da população lança seus efluentes hidrossanitários em fossas rudimentares ou, até mesmo, diretamente nas vias públicas. Será apresentado na **Fig. 1.11**, o layout do sistema de esgotamento sanitário existente.

Figura 1.11 - Layout Geral do Sistema de Esgotamento Sanitário Existente.



## 1.9 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O município de Redenção faz parte de um sistema integrado de abastecimento de água, constituído de captação no Açude Acarape do Meio e da adutora Acarape do Meio – Gavião, que abastece também o município de Água Verde, Pavuna, Guaiúba, Pacatuba, Maranguape e Distrito Industrial de Maracanaú.

Conforme citado anteriormente, no município de Redenção, 66,87% dos domicílios eram abastecidos pela rede geral de distribuição, 5,97% utilizavam poço ou nascente e 27,16% utilizava outra forma de abastecimento de água, no ano de 2010.

O sistema de Abastecimento de Água de Redenção é constituído pelos seguintes elementos:

### 1.9.1 Manancial

O Manancial de Redenção é o Açude Acarape do Meio.

### 1.9.2 Captação

Por tomada d'água.

### 1.9.3 Adutora de Água Bruta - AAB

A água é aduzida do Açude Acarape do Meio até a ETA através da Adutora de Água Bruta de 12 m de extensão, com diâmetro de 200 mm em ferro fundido.

### 1.9.4 Estação de Tratamento de ÁGUA - ETA

A estação de tratamento é do tipo convencional constituída por flocculador, decantador, 12 filtros ascendentes com aplicação de PAC23, polímero catônico, flúor, hipoclorito de cálcio e cloro gasoso.

### 1.9.5 Estação Elevatória de Água Tratada

A ETA é composta por 2 (duas) elevatórias de água tratada, a EEAT-1 encaminha a água do decantador para os filtros. A EEAT-2 encaminha a água do reservatório semienterrado para o reservatório apoiado.

**EEAT-1:** 2 (dois) conjuntos motobombas, rendimento de 68%, vazão de 50 m<sup>3</sup>/h, altura manométrica de 25 mca, tipo centrífuga.

**EEAT-2:** 2 (dois) conjuntos motobombas, rendimento de 99%, vazão de 240 m<sup>3</sup>/h, altura manométrica de 14 mca, tipo centrífuga.

### 1.9.6 Reservação

A cidade de Redenção conta com 2 (dois) reservatórios, o reservatório semienterrado (SER) de 75 m<sup>3</sup> na área da ETA e outro reservatório apoiado (RAP) de 250 m<sup>3</sup> próximo à sede urbana.

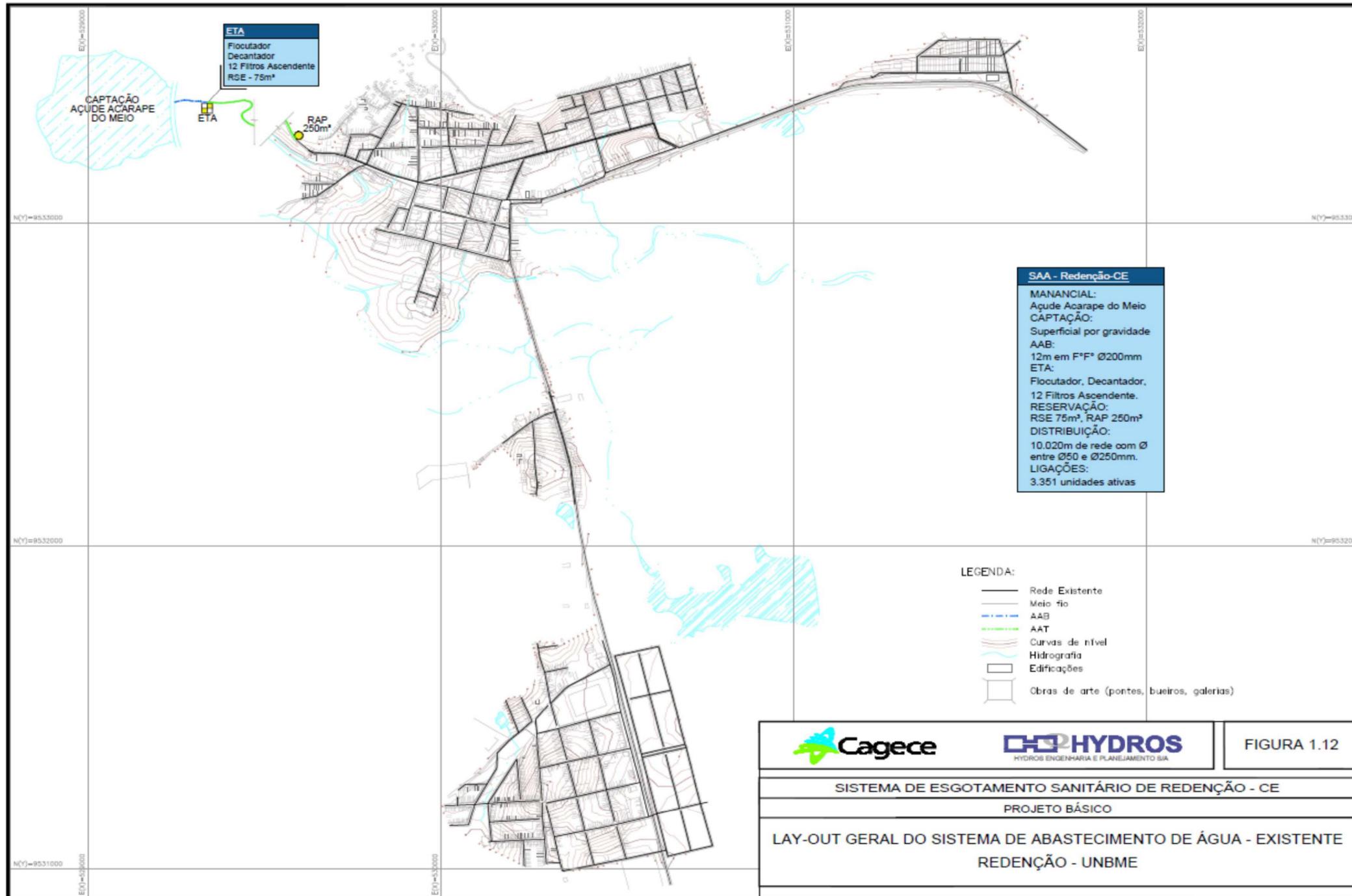
### 1.9.7 Distribuição

A cidade de Redenção é contemplada com 10.020 m de rede de distribuição com diâmetros entre 50 e 250 mm.

### 1.9.8 Ligações

A cidade de Redenção contempla entre ligações reais, ativas e suprimidas 3.397.

Figura 1.12 - Layout Geral do Sistema de Abastecimento de Água Existente.



---

---

**DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE**

## **2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE**

### **2.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTE**

A cidade de Redenção não dispõe de um sistema público de esgotamento sanitário, uma pequena parte foi contemplada no programa Proureb com coleta e tratamento deste esgoto, mas foi feito fora dos padrões de assentamento e tratamento, sendo este tratamento apenas primário, ou seja, fora dos padrões de lançamento, sendo este pequeno trecho desconsiderado neste projeto, conforme solicitação da Cagece. A ETE existente é contemplada por 2 (dois) Reatores UASB's e 1 (um) Tanque de Contato, de preliminar tem-se uma grade.

A maioria da população lança seus efluentes hidrossanitários em fossas rudimentares ou, até mesmo, diretamente nas vias públicas.

Conforme reunião na Gerência de Projetos (GPROJ), foi solicitada que se desconsidere o sistema existente, sem necessidade inclusive de cadastro, pois se trata de uma extensão pequena e fora de norma de recebimento da Cagece. Sendo assim, a área da ETE existente será utilizada para elevatória projetada.

### **2.2 LIGAÇÕES DE ESGOTO**

Possuem 300 ligações prediais, essas ligações serão desconsideradas no projeto em questão.

### **2.3 REDE COLETORA**

Possui 500 m com diâmetro de 150 mm, essa rede será desconsiderada no projeto em questão.

### **2.4 COLETOR TRONCO E INTERCEPTOR**

No Sistema de Esgotamento Sanitário existente, não existe coletor tronco e nem interceptor.

### **2.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO E LINHA DE RECALQUE**

No Sistema de Esgotamento Sanitário existente, a estação elevatória fica na área da ETE, com intuito de recalcar o esgoto até os reatores UASB's. A linha de recalque recalca o esgoto até os UASB's com diâmetro de 100 mm em PVC DEFoFo. A Estação elevatória será desconsiderada no projeto em questão.

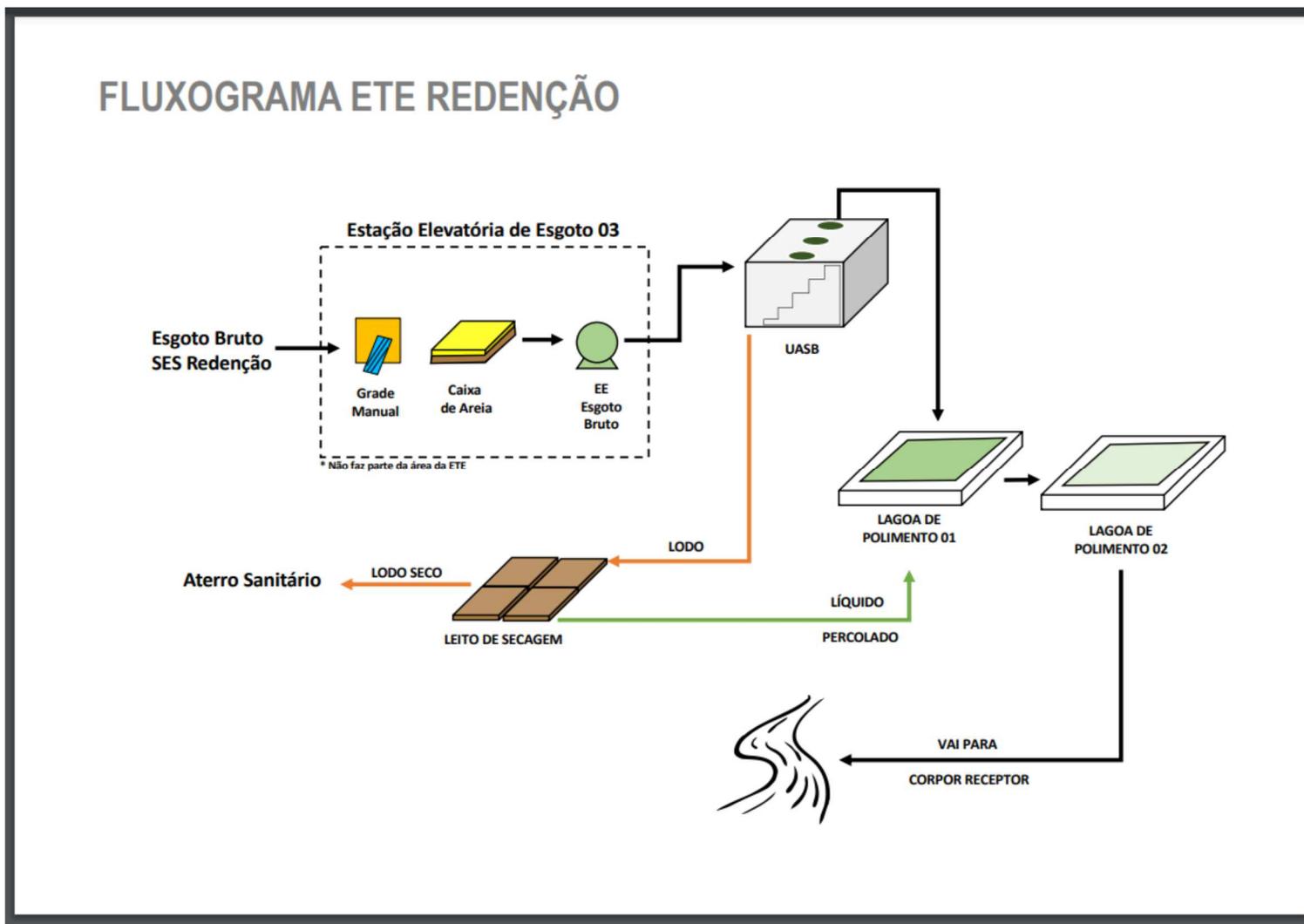
### **2.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

A Estação de Tratamento de Esgoto existente é contemplada por tratamento preliminar constituído por gradeamento, 2 (dois) reatores UASB's, 1 (um) tanque de contato, 2 (duas) células de leito de secagem e uma casa de operação com dosagem química. A ETE será desconsiderada neste projeto em questão.

### **2.7 CORPO RECEPTOR**

O efluente da estação de tratamento é lançado no córrego sem denominação nas proximidades do terreno. O diâmetro do emissário é de 150 mm em PVC Ocre. O emissário será desconsiderado no projeto em questão.

Figura 2.1 - Croqui do Sistema de Esgotamento Sanitário Existente.



---

---

**LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS E PLANOS EXISTENTE**

### 3 LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS E PLANOS EXISTENTES

#### 3.1 PLANOS EXISTENTES

O município de Redenção ainda não é contemplado com o plano municipal de saneamento e nem outros projetos e estudos para área em questão. De acordo com a nova lei (11.445/2007) de obrigatoriedade de planos municipais para todos os municípios, já foram feitas diversas reuniões em Redenção para elaboração deste estudo, mas ainda não foi contratado.

#### 3.2 LEVANTAMENTO DE ÁREAS PROTEGIDAS AMBIENTALMENTE OU COM RESTRIÇÕES À OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

A bacia do Pacoti possui quatro unidades de conservação, tendo duas destas unidades abrangendo parte da bacia, e as outras tendo seus limites totalmente inseridos no Pacoti. São 3 Áreas de Proteção Ambiental – APA's, e o Corredor Ecológico do Rio Pacoti. As APA's são APA do Rio Pacoti, APA da Serra de Baturité e APA da Serra de Aratanha. A APA a qual está mais inserida à localidade de Redenção é a APA da Serra de Baturité.

As APA's estão inseridas em um quadro típico de práticas relacionadas ao uso e ocupação da terra que implicam, muitas vezes, na falta de gerenciamento destas Unidades de Conservação.

A APA do rio Pacoti foi criada pelo Decreto Estadual n.º 25.778, de 15 de Fevereiro de 2000, sendo uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável. Conforme definições do Plano de Manejo da APA do rio Pacoti.

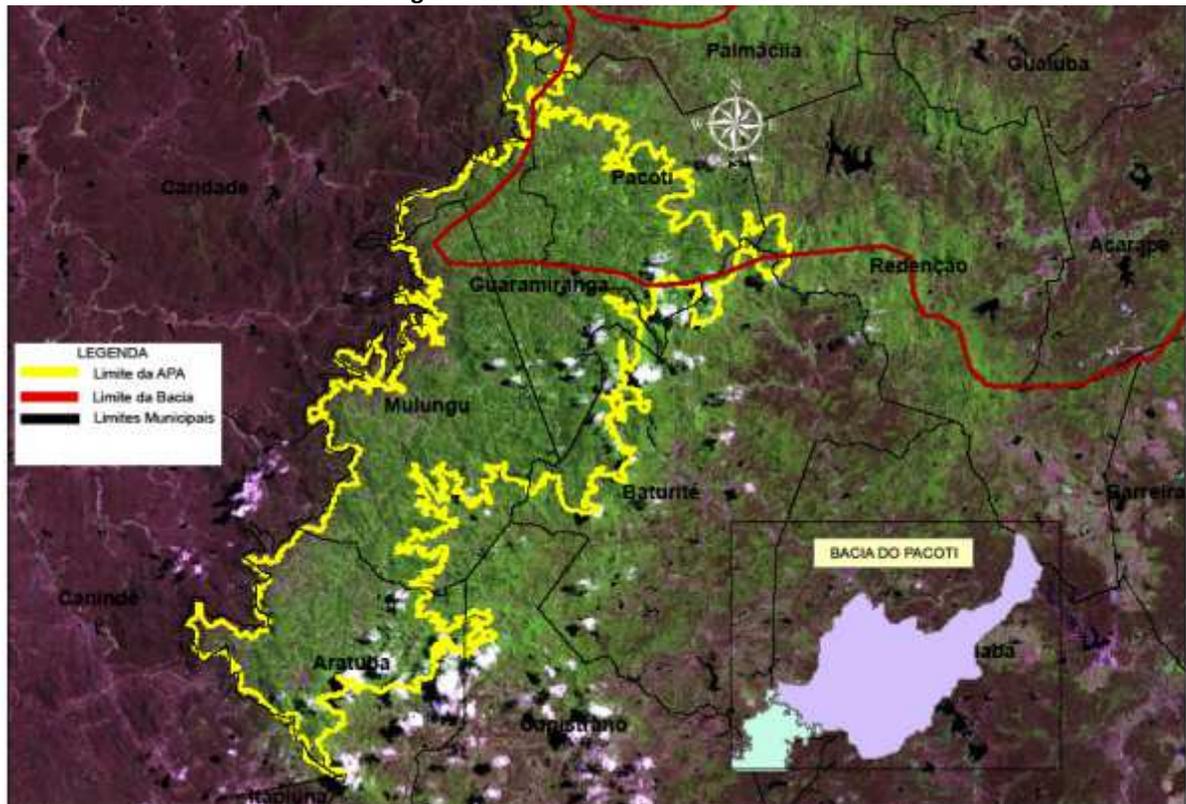
A Área de Proteção Ambiental (APA) é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e bem estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

As normas e diretrizes estabelecidas a partir da elaboração do plano de manejo da referida unidade de conservação, não vêm sendo executadas de acordo com os preceitos legais instituídos. A área vem passando por um processo de degradação ambiental mediante o quadro de atores sociais atuantes – como empresários, empreendedores do setor turístico e turistas, veranistas, sociedade civil e o próprio poder público (NASCIMENTO, 2003:78).

Mesmo com a elaboração do zoneamento ambiental na APA inserido no Plano de Manejo, o que se verifica é a total falta de fiscalização do poder público responsável pela APA. Dentre problemas ambientais verificados na Unidade de Conservação, a degradação ambiental nesse ambiente litorâneo tem se intensificado nos últimos anos de forma avassaladora, ocasionado principalmente pela política turística implantada pelo Governo do Estado. Se as diretrizes traçadas no Zoneamento Ecológico-Econômico fossem executadas de acordo com o Plano de Manejo, muitos dos impactos ambientais verificados estariam sendo evitados.

A APA da serra de Baturité foi criada pelo Decreto n° 20.956 de 18 de Junho de 1990, tendo sido delimitada a partir da cota altimétrica de 600 m do maciço cristalino. Abrange uma área de 32.690 hectares englobando os municípios de Aratuba, Baturité, Canindé, Capistrano, Caridade, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção (FUNCEME, 2006). Em relação aos municípios que englobam a bacia do Pacoti, enquadram-se os municípios de Guaramiranga, Mulungu, Palmácia, Baturité, Redenção e Pacoti. A **Fig 3.1** mostra o limite da APA, os municípios e a poligonal da Bacia do Pacoti.

Figura 3.1 - APA da Serra de Baturité.



Fonte: Estado (2010).

O Corredor Ecológico do Rio Pacoti foi criado pelo decreto 25.777 de 15 de Janeiro de 2000 no trecho da ponte velha da CE - 040 até a cota 600 m da Serra de Baturité, ligando as APA's do rio Pacoti e da Serra de Baturité, para proteger as matas ciliares desde a nascente até a foz e estabelecer um caminho para o fluxo da biota e preservação da biodiversidade. Abrange os municípios de Itatinga, Pacatuba, Horizonte, Pacajus, Acarape e Redenção.

Segundo a FUNCEME (2006), justifica-se sua criação em face da necessidade de proteção das matas ciliares desde a nascente até a foz do rio Pacoti, interligando duas Áreas de Proteção Ambiental – APAs, ao longo do rio Pacoti, como forma de garantir meios que permitam a recomposição dos ecossistemas e sua conservação. Dentre as atividades proibidas dentro da unidade da conservação, citam-se:

- Implantação de atividades industriais, comerciais, recreativas ou de prestação de serviços, projetos de loteamentos, arruamentos, edificações, obras públicas ou particulares, reformas ou ampliações de edificações pré-existentis sem o devido licenciamento ambiental;
- Instalação de hospitais, aterros sanitários e usinas de lixo, cemitérios e necrotérios, postos de abastecimento de veículos e lava-jatos, comércio, manuseio, transporte e estocagem de produtos químicos, inflamáveis, tóxicos, venenosos e explosivos, matadouros e outros estabelecimentos cujos despejos sejam infectados com microrganismos patogênicos;
- Supressão de vegetação e uso do fogo sem a autorização da SEMACE;
- Atividades que possam poluir ou degradar os recursos hídricos abrangidos pela APA, como também o despejo de efluentes, resíduos ou detritos capazes de provocar danos ao meio ambiente;
- Intervenção em áreas de preservação permanente, como: margens do Rio Pacoti e demais recursos hídricos, além de encostas ou partes destas com declive superior a 45°, equivalente a 100 por cento na linha de maior declive; dentre outras.

Nas áreas de pés de serra em Redenção (Maciço de Baturité), verificou-se que muitas das habitações dentro do perímetro urbano do município estão localizadas em áreas inadequadas. Exemplo disto, citam-se moradias em áreas de vertentes sem infraestrutura e saneamento básico, como mostram as figuras 01 e 02.



**Foto 01 - Ocupações irregulares em áreas de vertentes no município de Redenção.**



**Foto 02 - Ocupações irregulares em áreas de vertentes no município de Redenção.**

A ocupação desordenada dessas vertentes acelera o escoamento superficial dessas áreas em consequência da retirada da cobertura vegetal, aumentando sua instabilidade, visto que este componente geoambiental possui um papel de extrema importância na estabilidade das encostas, reduzindo a taxa de erosão através de sua densidade, bem como na infiltração e na redução do escoamento superficial.

Em períodos chuvosos com a ocorrência de chuvas concentradas, estas encostas desprovidas de vegetação, contato solo-rocha abrupto, descontinuidades litológicas e pedológicas, encostas íngremes, são, ainda, algumas condições que podem acelerar o processo de degradação ambiental das bacias hidrográficas.

Nota-se, portanto, que são áreas instáveis e que são ocupadas indevidamente, tornam-se ambientes de risco para os habitantes que ali residem. Conforme o Código Florestal Brasileiro, encostas com declividades superiores a 45° são consideradas Áreas de Preservação Permanentes (APP's). Se obedecida a legislação vigente, tal área deveria manter-se preservada até mesmo pela segurança da população não contemplada por políticas habitacionais eficazes.

### 3.3 LEVANTAMENTO DE INSTITUIÇÕES E TURISMO

- 1) Escola Adolfo Ferreira de Sousa
  - N° de Funcionários – 39
  - N° de Alunos – 214
- 2) Escola Vicente Ferreira do Vale
  - N° de Funcionários – 27
  - N° de Alunos – 303
- 3) Escola Cecília Pereira
  - N° de Funcionários – 39
  - N° de Alunos – 442

- 4) Escola Dr. Edmilson Barros
  - N° de Funcionários – 35
  - N° de Alunos – 386
  
- 5) Escola Terto Venancio
  - N° de Funcionários – 38
  - N° de Alunos – 443
  
- 6) Hospital e Maternidade Paulo Sarasati
  
- 7) CRAS – Redenção – Estrutura considerada de porte pequeno, área urbana.
  
- 8) Unilab – Campus da Liberdade: 10 salas de aula / biblioteca / auditório / anfiteatro / restaurante universitário / laboratório de informática.
  
- 9) Museu e Memorial da Liberdade
  
- 10) Igreja Matriz



## 4 ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA

### 4.1 POPULAÇÃO FIXA

O sucesso de um projeto está diretamente ligado à veracidade de suas premissas com a realidade dos fatos encontrados na prática. Partindo disto, temos uma grande probabilidade de funcionamento adequado de um projeto quanto mais próximas da realidade forem nossas previsões. No caso específico de projetos de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, uma das mais importantes premissas é a população de projeto, pois tem influência direta na determinação da demanda.

Como o município de Redenção não tem Plano Diretor, Plano Municipal de Saneamento ou outro estudo com estimativa populacional, seguindo as orientações e a SPO-005 da Cagece, o estudo populacional será baseado nos dados coletados junto ao IBGE, e através destes dados serão desenvolvidas as projeções populacionais para a sede urbana de Redenção.

Como a cidade de Redenção não apresenta população flutuante e nem apresenta características de cidade imigrativa, o estudo populacional já abrange a probabilidade de crescimento populacional coerente com a localidade em questão, já contemplando escolas, universidades, loteamento, etc, pois a população da cidade de Redenção pode ser remanejada para outro bairro, não sendo previsto o acréscimo populacional de outras localidades. Com isso, a estimativa do IBGE se aplica para esta localidade.

#### 4.1.1 Estimativa Populacional

Para a visualização do comportamento da evolução populacional da cidade de Redenção, foram verificadas as taxas médias de crescimento da sede urbana da localidade, utilizando-se como referência os censos do IBGE de 1991, 2000 e 2010, conforme mostra o **Quadro 4.1** a seguir.

A partir do IBGE, foram levantados dados sobre a população da sede urbana, conforme apresentado abaixo:

**Quadro 4.1 - Evolução Populacional.**

Censo	1991	2000	2010
População	6.192	7.157	7.384

A partir destes dados, realizou-se um estudo da estimativa populacional através de três métodos de previsão:

- Método Aritmético;
- Método Geométrico;
- Método de Extrapolação Gráfica.

#### 4.1.1.1 *Método Aritmético*

Este método pressupõe uma taxa de crescimento constante ao longo dos anos, a partir dos dados coletados dos últimos censos. Admite-se, aqui, que a população varia linearmente com o tempo.

A metodologia consiste em determinar a razão de crescimento  $k$  a partir dos dois últimos censos, aplicando-o em seguida na obtenção da população que se quer prever. Para tal, utilizam-se as seguintes equações abaixo:

$$k = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \qquad P = P_2 + k(t - t_2)$$

Onde:

- k: constante de crescimento aritmético;
- P<sub>1</sub>: população do penúltimo censo;
- P<sub>2</sub>: população do último censo;
- P: população a ser prevista;
- t<sub>1</sub>: ano de realização do penúltimo censo;
- t<sub>2</sub>: ano de realização do último censo;
- t: ano em que se deseja obter a previsão da população.

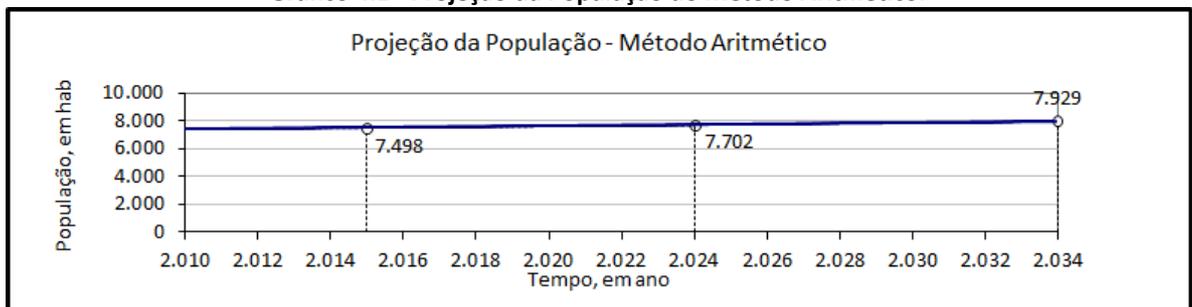
**Quadro 4.2 - Constante de Crescimento Aritmético.**

Censo	1991	2000	2010
População	6.192	7.157	7.384
k	107,2		22,7

**Quadro 4.3 - Estimativa de Crescimento Aritmético.**

Taxa	Ano	População								
22,7	2.010	7.384	2.015	7.498	2.020	7.611	2.025	7.725	2.030	7.838
Pop. Inic.	2.011	7.407	2.016	7.520	2.021	7.634	2.026	7.747	2.031	7.861
7.384	2.012	7.429	2.017	7.543	2.022	7.656	2.027	7.770	2.032	7.883
Ano Inic	2.013	7.452	2.018	7.566	2.023	7.679	2.028	7.793	2.033	7.906
2.010	2.014	7.475	2.019	7.588	2.024	7.702	2.029	7.815	2.034	7.929

**Gráfico 4.1 - Projeção da População do Método Aritmético.**



#### 4.1.1.2 Método Geométrico

Neste método, o crescimento populacional é proporcional à população existente em um determinado ano, ou seja, que o incremento de população varia conforme o passar dos anos.

Também é indicado para pequenos espaços de tempo, contudo, tendo em vista a facilidade de cálculo e a proximidade com o crescimento populacional verificado no Estado, é comumente usado para estimativa da população.

A metodologia consiste em determinar a razão de crescimento k a partir dos dois últimos censos, aplicando-o em seguida na obtenção da população que se quer prever.

Onde:

$$r = \sqrt[t_2 - t_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \qquad P = P_2(1 + r)^{t_2 - t}$$

r: taxa de crescimento geométrico;  
 $P_1$ : população do penúltimo censo;  
 $P_2$ : população do último censo;  
P: população a ser prevista;  
 $t_1$ : ano de realização do penúltimo censo;  
 $t_2$ : ano de realização do último censo;  
t: ano em que se deseja obter a previsão da população.

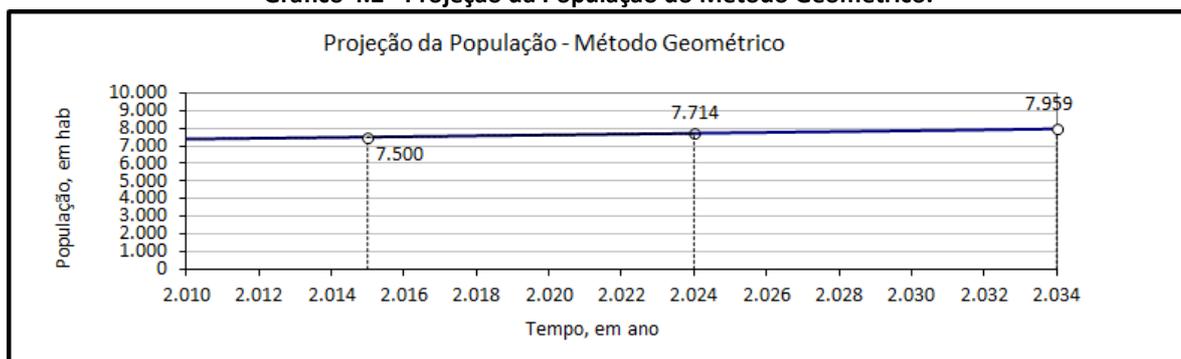
**Quadro 4.4 - Constante de Crescimento Geométrico.**

Censo	1991	2000	2010
População	6.192	7.157	7.384
k	1,62%		0,31%

**Quadro 4.5 - Estimativa de Crescimento Geométrico.**

Taxa	Ano	População								
0,31%	2.010	7.384	2.015	7.500	2.020	7.618	2.025	7.738	2.030	7.860
Pop. Inic.	2.011	7.407	2.016	7.524	2.021	7.642	2.026	7.762	2.031	7.884
7.384	2.012	7.430	2.017	7.547	2.022	7.666	2.027	7.787	2.032	7.909
Ano Inic	2.013	7.453	2.018	7.571	2.023	7.690	2.028	7.811	2.033	7.934
2.010	2.014	7.477	2.019	7.594	2.024	7.714	2.029	7.835	2.034	7.959

**Gráfico 4.2 - Projeção da População do Método Geométrico.**



#### 4.1.1.3 Método de Extrapolação Gráfica

Este método consiste no traçado de uma curva arbitrária ajustada aos dados já observados, onde a partir de seu prolongamento/extrapolação, verifica-se sua tendência de crescimento e determina-se a população de projeto.

**Quadro 4.6 - Tendência de Crescimento por Extrapolação Gráfica.**

Censo	1991	2000	2010
População	6.192	7.157	7.384

**Gráfico 4.3 - Projeção da População do Método de Extrapolação Gráfica.**



A partir do gráfico, observa-se que tanto a curva de tendência do tipo logarítmica quanto a do tipo linear possuem boa correlação de crescimento da população em relação aos dados fornecidos. O valor da abscissa refere-se ao ano e o da ordenada é a população. Por este método, utilizando as duas curvas, a previsão da população será:

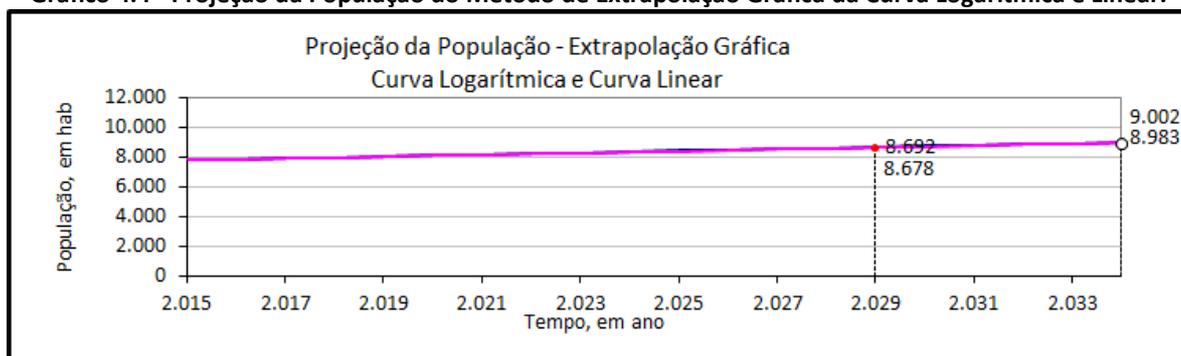
**Quadro 4.7 - Estimativa Populacional da Curva Logarítmica.**

<b>Coef. K1</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>
124.097,73	2.015	7.819	2.020	8.126	2.025	8.433	2.030	8.739
<b>Coef. K2</b>	2.016	7.880	2.021	8.187	2.026	8.494	2.031	8.800
-9,36E+05	2.017	7.942	2.022	8.249	2.027	8.555	2.032	8.861
<b>Xo do gráfico</b>	2.018	8.003	2.023	8.310	2.028	8.617	2.033	8.922
2.000	2.019	8.065	2.024	8.372	2.029	8.678	2.034	8.983

**Quadro 4.8 - Estimativa Populacional da Curva Linear.**

<b>Coef. K1</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Ano</b>	<b>População</b>
62,00	2.015	7.824	2.020	8.134	2.025	8.444	2.030	8.754
<b>Coef. K2</b>	2.016	7.886	2.021	8.196	2.026	8.506	2.031	8.816
-1,17E+05	2.017	7.948	2.022	8.258	2.027	8.568	2.032	8.878
<b>Xo do gráfico</b>	2.018	8.010	2.023	8.320	2.028	8.630	2.033	8.940
2.000	2.019	8.072	2.024	8.382	2.029	8.692	2.034	9.002

**Gráfico 4.4 - Projeção da População do Método de Extrapolação Gráfica da Curva Logarítmica e Linear.**



#### 4.1.1.4 Análise das Alternativas

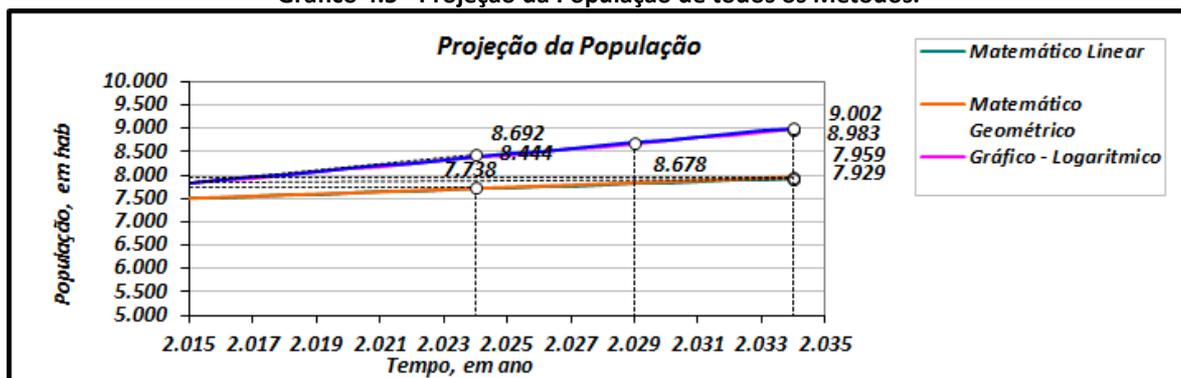
O quadro abaixo apresenta um resumo dos métodos apresentados com as diferentes estimativas de população em médio e fim de plano de forma que se possa ter uma noção quanto suas diferenças e, assim, balizar a decisão quanto qual método adotar.

**Quadro 4.9 - Análise das Alternativas.**

Modelo	2015	2024	2034	TCG*
.Matemático Aritmético	7.498	7.725	7.929	0,29%
.Matemático Geométrico	7.500	7.738	7.959	0,31%
.Extrapolação Gráfica				
.Logaritmica	7.819	8.433	8.983	0,73%
.Linear	7.824	8.444	9.002	0,74%

TCG\*: taxa de crescimento geométrico calculado a partir da população inicial e final.

**Gráfico 4.5 - Projeção da População de todos os Métodos.**

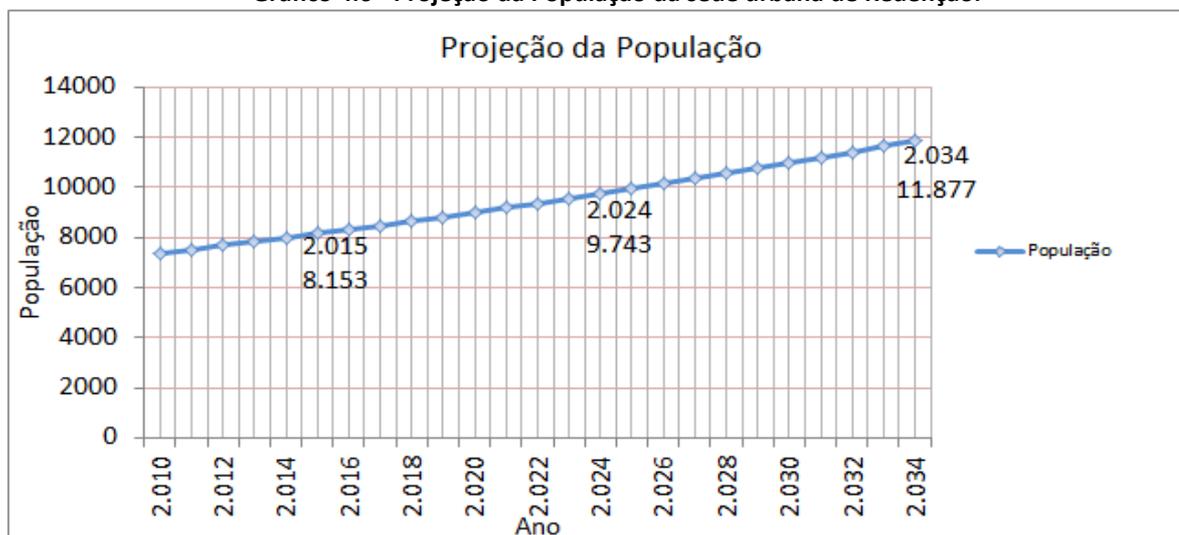


Conforme quadro acima, todas as alternativas apresentam projeções populacionais bem próximas, mas todas estão com a taxa de crescimento geométrico anual abaixo de 2%, sendo norma da Cagece adotar a taxa mínima de 2% a.a. Devido essa consideração, não será considerado nenhum destes estudos, será adotada a taxa de crescimento anual de 2% e será feita a progressão geométrica, conforme quadro e gráfico abaixo:

**Quadro 4.10 - População da sede urbana de Redenção ano a ano.**

Taxa	Ano	População								
2,00%	2.010	7.384	2.015	8.153	2.020	9.001	2.025	9.938	2.030	10.972
Pop. Inic.	2.011	7.532	2.016	8.316	2.021	9.181	2.026	10.137	2.031	11.192
7.384	2.012	7.682	2.017	8.482	2.022	9.365	2.027	10.339	2.032	11.416
Ano Inic	2.013	7.836	2.018	8.652	2.023	9.552	2.028	10.546	2.033	11.644
2.010	2.014	7.993	2.019	8.825	2.024	9.743	2.029	10.757	2.034	11.877

**Gráfico 4.6 - Projeção da População da sede urbana de Redenção.**



## 4.2 POPULAÇÃO FLUTUANTE

Não existe população flutuante em Redenção, visto que a mesma não possui uma infraestrutura turística, nem tão pouco atrações relevantes, e todo o eventual movimento turístico da região é absorvido pelas cidades de Baturité e de Guaramiranga.

## 4.3 PREVISÃO DE DEMANDAS

### 4.3.1 Parâmetros Básicos

Para a determinação das demandas de projeto, foram utilizados os parâmetros definidos, conforme a norma da Cagece (SPO 005).

#### 4.3.1.1 *Índice de Atendimento Populacional*

O índice de atendimento Populacional Urbano considerado para o projeto em questão será de 100%, já que todas as sub-bacias serão atendidas em 1ª etapa e toda a população viável de atendimento será contemplada no projeto em questão.

#### 4.3.1.2 *Coefficientes de Variação de Consumo*

Máximo Diário:  $K1 = 1,2$

Máximo Horário:  $K2 = 1,5$

Vazão Mínima:  $K3 = 0,5$

#### 4.3.1.3 *Coefficiente de Retorno*

Coefficiente de Retorno:  $C = 0,8$

#### 4.3.1.4 *Taxa de Infiltração*

$Ti = 0,25 \text{ l/s.Km}$

#### 4.3.1.5 *Taxa de Ocupação Domiciliar*

Será considerado 3,52 hab/domicílio, conforme Censo IBGE 2010 urbana.

#### 4.3.1.6 *Horizonte de Projeto*

O Alcance do projeto será de 20 anos (2015 a 2034).

#### 4.3.1.7 *Consumo Per Capita Doméstico*

De acordo com os dados do Ipece 2014, o volume produzido no ano de 2013 foi de 1.287.547 m<sup>3</sup> para um total de 6.025 unidades de ligações ativas, considerando-se 3,52 hab/domicílio, tem-se um consumo diário de 166 l/hab.dia, conforme diretrizes da SPO 005, será adotado **150 l/hab.dia** por ser o valor usual para sede municipais do interior.

#### 4.3.2 Demandas de Projeto

Utilizando-se os parâmetros básicos e os coeficientes citados, apresenta-se a seguir o **Quadro 4.11 - Demandas de Projeto**, que resume as populações atendidas com as respectivas demandas anuais de projeto, para o sistema de esgotamento sanitário.

Quadro 4.11 - Demandas de Projeto.

Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
<b>2.015</b>	<b>8.153</b>	<b>100,0%</b>	<b>8.153</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>18.989</b>	<b>4,75</b>	<b>10,41</b>	<b>16,07</b>	<b>25,13</b>
2.016	8.316	100,0%	8.316	150	0,8	18.989	4,75	10,52	16,30	25,54
2.017	8.482	100,0%	8.482	150	0,8	18.989	4,75	10,64	16,53	25,95
2.018	8.652	100,0%	8.652	150	0,8	18.989	4,75	10,76	16,76	26,38
2.019	8.825	100,0%	8.825	150	0,8	18.989	4,75	10,88	17,00	26,81
2.020	9.001	100,0%	9.001	150	0,8	18.989	4,75	11,00	17,25	27,25
2.021	9.181	100,0%	9.181	150	0,8	18.989	4,75	11,12	17,50	27,70
2.022	9.365	100,0%	9.365	150	0,8	18.989	4,75	11,25	17,75	28,16
2.023	9.552	100,0%	9.552	150	0,8	18.989	4,75	11,38	18,01	28,63
<b>2.024</b>	<b>9.743</b>	<b>100,0%</b>	<b>9.743</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>18.989</b>	<b>4,75</b>	<b>11,51</b>	<b>18,28</b>	<b>29,10</b>
2.025	9.938	100,0%	9.938	150	0,8	18.989	4,75	11,65	18,55	29,59
2.026	10.137	100,0%	10.137	150	0,8	18.989	4,75	11,79	18,83	30,09
2.027	10.339	100,0%	10.339	150	0,8	18.989	4,75	11,93	19,11	30,59
2.028	10.546	100,0%	10.546	150	0,8	18.989	4,75	12,07	19,39	31,11
2.029	10.757	100,0%	10.757	150	0,8	18.989	4,75	12,22	19,69	31,64
2.030	10.972	100,0%	10.972	150	0,8	18.989	4,75	12,37	19,99	32,18
2.031	11.192	100,0%	11.192	150	0,8	18.989	4,75	12,52	20,29	32,73
2.032	11.416	100,0%	11.416	150	0,8	18.989	4,75	12,68	20,60	33,29
2.033	11.644	100,0%	11.644	150	0,8	18.989	4,75	12,83	20,92	33,86
<b>2.034</b>	<b>11.877</b>	<b>100,0%</b>	<b>11.877</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>18.989</b>	<b>4,75</b>	<b>13,00</b>	<b>21,24</b>	<b>34,44</b>
<b>Vazões Totalizadas para ETE</b>								<b>13,00</b>	<b>21,24</b>	<b>34,44</b>

---

---

**RESUMO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO / ESTUDO DE ALTERNATIVAS**

## 5 RESUMO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO / ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O projeto de Sistema de Esgotamento Sanitário de Redenção será contemplado por ligações prediais, intra-domiciliares, rede coletora, estações elevatórias, linhas de recalque, estação de tratamento e emissário final.

O Sistema de Esgotamento Sanitário em questão foi dividido em 5 (cinco) sub-bacias, cada uma contemplada com uma estação elevatória e linha de recalque, no final os esgotos serão tratados na Estação de Tratamento.

No estudo de concepção, foram estudadas três alternativas de sistema de tratamento, em que foram vistas viabilidade econômica e técnica que proporcionassem um efluente final dentro dos padrões exigidos pela legislação ambiental vigente.

O estudo de alternativas teve o objetivo de avaliar as opções possíveis para a configuração do sistema de esgotamento sanitário da sede urbana de Redenção, considerando-se os aspectos tecnológicos, ambientais e financeiros.

No tocante à coleta dos esgotos, foi estudada a melhor alternativa para o caminhamento do esgoto e dimensionamento da rede, considerando um sistema do tipo separador absoluto. Também foi descartado o emprego de soluções individuais para tratamento de esgoto com uso de fossa e sumidouro, que não é recomendável para aglomerado urbano de considerável densidade demográfica.

Na etapa 2 “Estudo de Concepção”, foram estudadas três alternativas para o tratamento do efluente. Será apresentado o resumo das 3 (três) alternativas estudadas para decisão da concepção apresentada neste relatório.

### 5.1 ALTERNATIVA 1

Contempla o tratamento com uso de um sistema de lagoas de estabilização. O conjunto seria composto por uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação, em série.

O sistema de lagoa facultativa proporciona uma redução da matéria orgânica através de ações de bactérias aeróbia no período diurno e anaeróbio no decorrer da noite. Após um período de detenção de, no mínimo, 15 dias, o efluente direcionado para a primeira e, posteriormente, para segunda lagoa de maturação recebe, por incidência de raios solares, o tratamento predominante na desinfecção.

Vantagens:

- A construção e a operação desse sistema são consideradas relativamente simples;
- Eficiência no tratamento, remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos;
- Há uma reduzida produção de lodo.
- Não há necessidade do uso de produto químico.

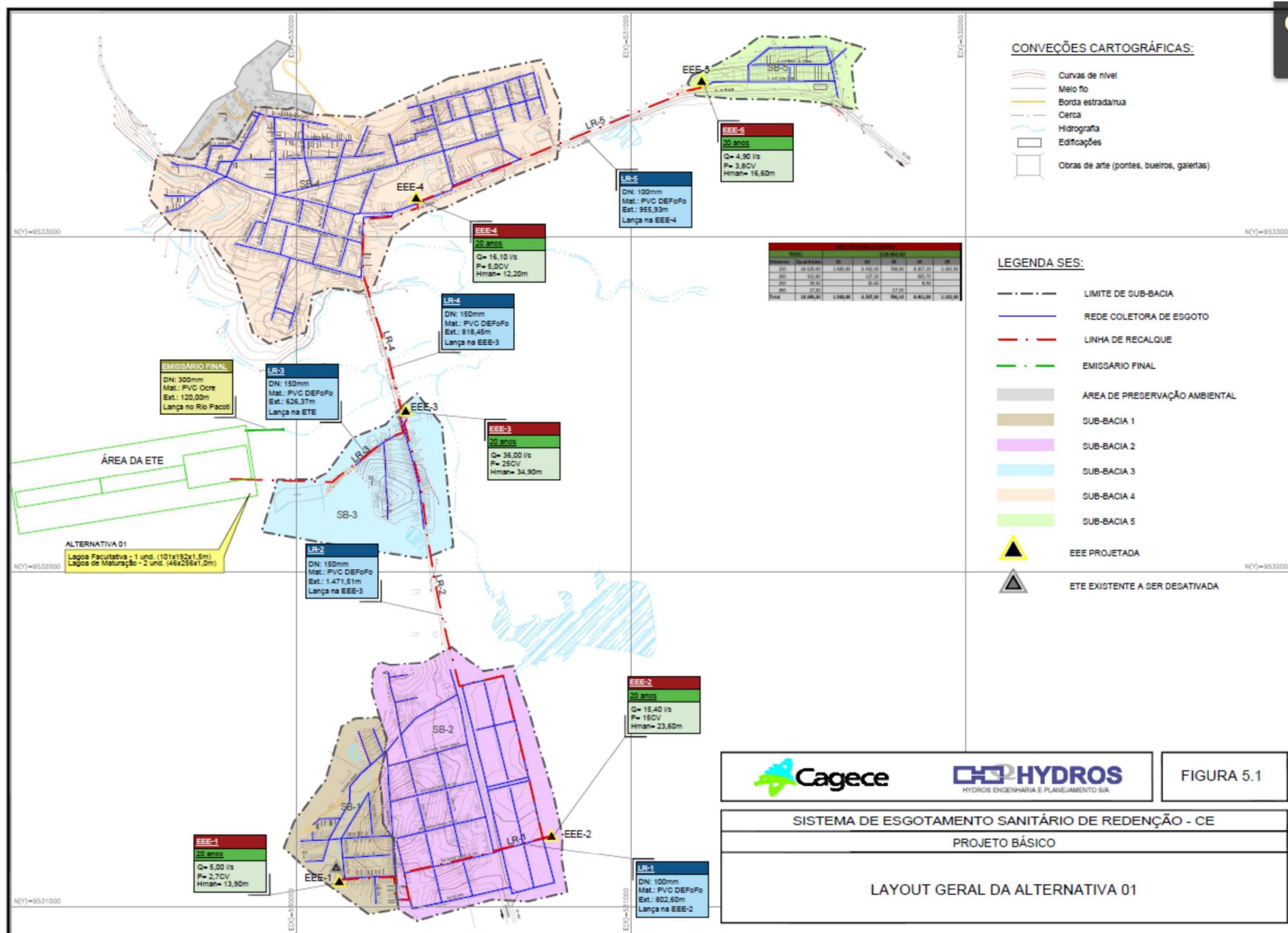
Desvantagens:

- Elevados requisitos de área para implantação do sistema;
- Elevados custos de implantação devido ao tipo de solo da área;
- Possibilidade do descaso na manutenção devido à aparente simplicidade operacional;
- Possibilidade da proliferação de insetos.

### 5.1.1 Resumo da Alternativa 1

O sistema de esgotamento sanitário de Redenção de acordo com o sugerido pela **Alternativa 1** será o seguinte: A sede urbana de Redenção será dividida em 5 (cinco) sub-bacias cada uma com 1 (uma) estação elevatória e sua respectiva linha de recalque. O tratamento será composto por lagoas de estabilização, sendo 1(uma) lagoa facultativa, seguida por 2 (duas) lagoas de maturação. O emissário final será encaminhado ao córrego sem denominação nas proximidades da ETE. Será apresentado, na **Fig. 5.1**, o Layout geral da concepção proposta relativa à alternativa 1.

Figura 5.1 - Layout Geral da Alternativa 1.



## 5.2 ALTERNATIVA 2

Consiste na implantação de uma ETE com tratamento biológico, através de reatores UASB (*upflow anaerobic sludge blanket*), filtros submersos aerados (FSA) e decantadores lamelares de alta taxa, com posterior desinfecção do efluente em Tanque de Contato.

No reator UASB, é realizado o tratamento por processo anaeróbio, conseguindo-se uma redução de grande parte da matéria orgânica biodegradável. O pós-tratamento do efluente do reator UASB é feito no FSA por processo aeróbio, obtendo-se uma qualidade em nível secundário. O efluente do FSA passa por um decantador lamelar de alta taxa para a remoção de sólidos. Antes de ser encaminhado ao emissário final, o efluente é ainda desinfectado no tanque de contato, com a aplicação de cloro.

### Vantagens:

- Requisitos de área bastante inferiores em comparação aos das lagoas de estabilização;
- Maior praticidade de modulação, simplificando o planejamento e possibilitando a implantação por etapas;
- Instalação compacta da ETE;
- Eficiência na remoção de DBO e DQO;
- Os reatores UASB têm tolerância a elevadas cargas orgânicas.

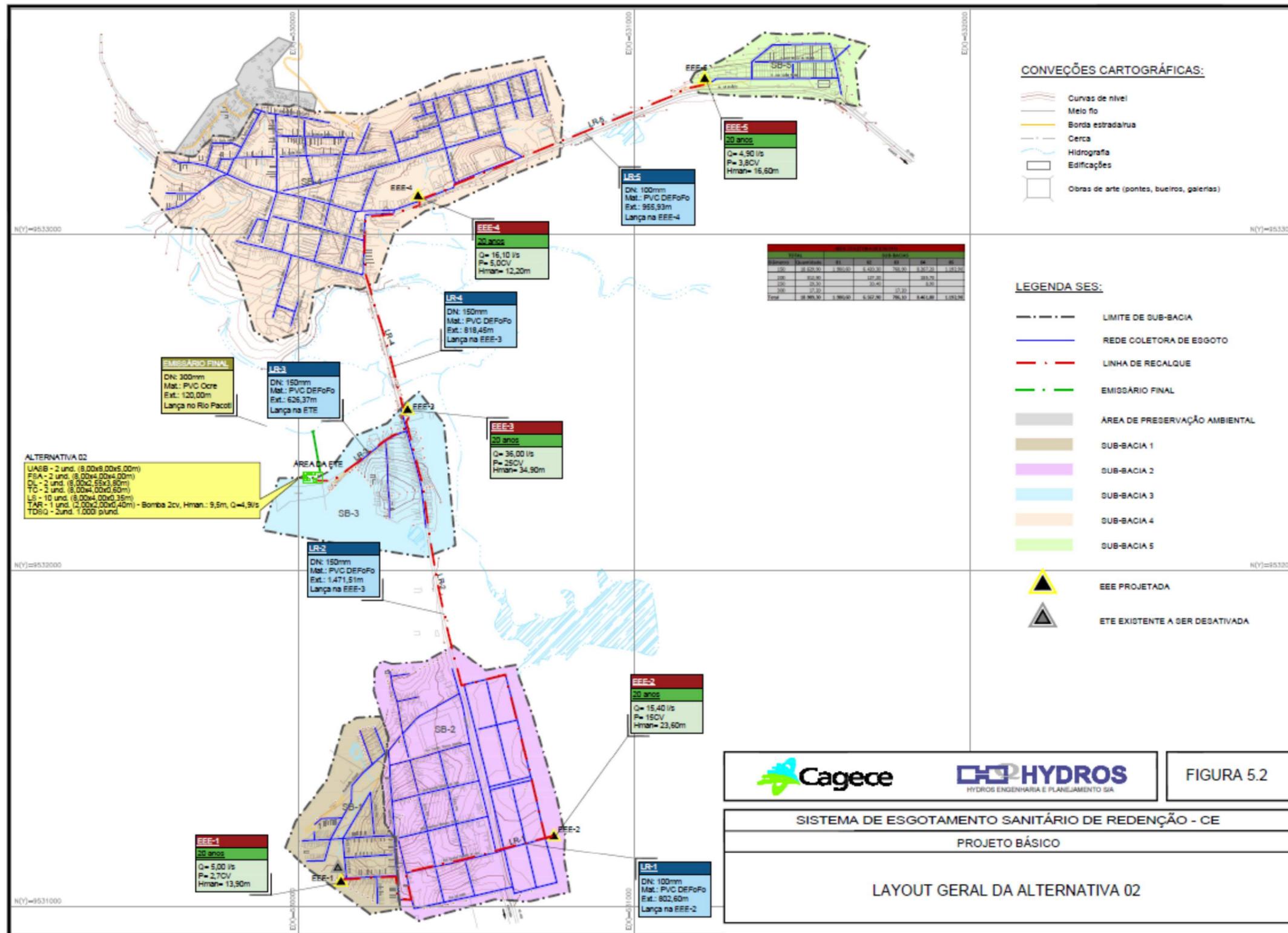
### Desvantagens:

- Necessidade de processamento do lodo descartado com mais frequência;
- Necessidade de maior controle na operação que o sistema de lagoas de estabilização;
- Maior consumo de energia elétrica;
- Possibilidade de geração de maus odores no reator UASB (porém controláveis).

### 5.2.1 Resumo da Alternativa 2

O sistema de esgotamento sanitário de Redenção de acordo com o sugerido pela **Alternativa 2** será o seguinte: A sede urbana de Redenção será dividida em 5 (cinco) sub-bacias, cada uma com 1 (uma) estação elevatória e sua respectiva linha de recalque. O tratamento será composto por uma estação compacta anaeróbio-aeróbio composta pelos seguintes elementos: 2 (dois) reatores UASB's, seguido 2 (dois) Filtros submersos aerados (FSA), seguido por 2 (dois) Decantadores Lamelar (DL), com mais 2 (dois) tanques de contato com aplicação de hipoclorito de sódio para desinfecção, 10 (de) células de leito de secagem (LS) para desidratação do lodo e um Tanque de Água Recuperada (TAR) para com a função de receber os líquidos percolados e enviar para retorná-lo ao início do tratamento. O emissário final será encaminhado ao córrego sem denominação nas proximidades da ETE. Será apresentado, na **Fig. 5.2**, o Layout geral da concepção proposta relativa à alternativa 2.

Figura 5.2 - Layout Geral da Alternativa 2.



### 5.3 ALTERNATIVA 3

Contempla o tratamento com uso de um sistema de tratamento primário através de reatores UASB seguido por lagoas de Polimento.

No reator UASB, é realizado o tratamento por processo anaeróbio, conseguindo-se uma redução de grande parte da matéria orgânica biodegradável. A lagoa de Polimento é um pós-tratamento com o objetivo de remover a DBO adicional, a remoção de nutrientes e a remoção de organismos patogênicos.

Vantagens:

- Requisitos de área bastante inferiores em comparação aos das lagoas de estabilização;
- Maior praticidade de modulação, simplificando o planejamento e possibilitando a implantação por etapas;
- Não apresenta odor;
- Eficiência na remoção de patógenos;
- Pode ficar mais próxima de áreas urbanizadas.

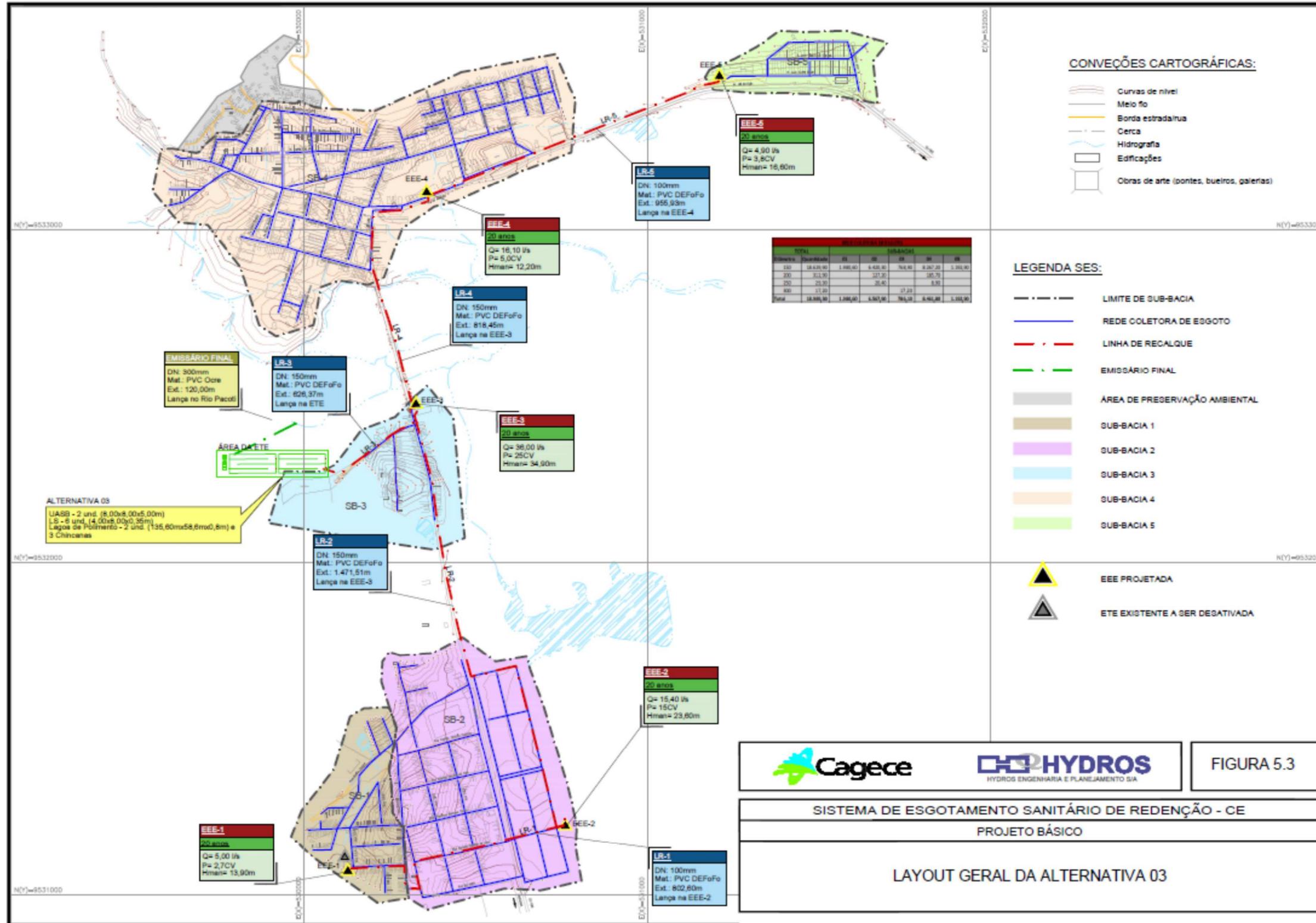
Desvantagens:

- Presença de algas;
- Necessidade de maior controle na operação que o sistema de lagoas de estabilização;
- Maior área do que em sistemas compactos;
- Possibilidade de geração de maus odores no reator UASB (porém controláveis).

#### 5.3.1 Resumo da Alternativa 3

O sistema de esgotamento sanitário de Redenção de acordo com o sugerido pela **Alternativa 3** será o seguinte: A sede urbana de Redenção será dividida em 5 (cinco) sub-bacias, cada uma com 1 (uma) estação elevatória e sua respectiva linha de recalque. O tratamento será composto por 2 (dois) reatores UASB, seguido por 2 (duas) lagoas de Polimento em série e 6 (seis) células de leito de secagem. O emissário final será encaminhado ao córrego sem denominação nas proximidades da ETE. Será apresentado, na **fig. 5.3**, o Layout geral da concepção proposta relativa à alternativa 3.

Figura 5.3 - Layout Geral da Alternativa 3.



## 5.4 ANÁLISE AMBIENTAL

### 5.4.1 Identificação dos Impactos Ambientais

Na identificação e na análise preliminar dos impactos ambientais para a obra em Redenção, utilizamos o método do checklist, que apresenta uma relação dos impactos mais relevantes do empreendimento. Nesta listagem, é atribuída uma simbologia para cada impacto, de forma a classificar o mesmo em termos de caráter (positivo ou negativo), magnitude (pequena, média ou grande) e duração (curta, média ou longa). A convenção adotada é mostrada no **Quadro 5.1**.

**Quadro 5.1 - Convenções para os atributos de classificação dos impactos ambientais.**

Atributo	Tipo	Símbolo
<b>Caráter</b> – exprime o tipo da modificação causada por uma determinada ação.	<b>Positivo</b> – quando o impacto de uma determinada ação for benéfico.	<b>+</b>
	<b>Negativo</b> – quando o impacto de uma determinada ação for adverso.	<b>-</b>
<b>Magnitude</b> – exprime a extensão do impacto, através de uma valoração gradual que se dá ao longo do mesmo, a partir de uma determinada ação do projeto.	<b>Pequena</b> – de magnitude inexpressiva, inalterando a característica ambiental considerada.	<b>P</b>
	<b>Média</b> – de magnitude expressiva, porém sem alcance para descaracterizar a característica ambiental considerada.	<b>M</b>
	<b>Grande</b> – de magnitude tal que possa levar à descaracterização da característica ambiental considerada.	<b>G</b>
<b>Duração</b> – indica a permanência do impacto.	<b>Curta</b> – de duração breve, com possibilidade de reversão às condições ambientais anteriores à ação em um breve período de tempo.	<b>1</b>
	<b>Média</b> – tempo médio de permanência do impacto, após a ação.	<b>2</b>
	<b>Longa</b> – tempo grande ou permanente de permanência do impacto após a ação.	<b>3</b>

O **Quadro 5.2** apresenta os impactos correspondentes para cada alternativa em suas fases de planejamento, implantação e operação.

**Quadro 5.2 - Avaliação dos principais impactos ambientais nas alternativas do sistema de esgotamento sanitário.**

Fase	Impacto	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Planejamento	Desvalorização de propriedades	-P3	-P3	-P3
	Manifestação contrária da comunidade local	-P1	-P1	-P1
Implantação	Geração de emprego e renda	+P1	+P1	+P1
	Necessidade de relocação de população	Inexistente	Inexistente	Inexistente
	Conflitos de usos do solo e da água	-P1	-P1	-P1
	Desmatamento de áreas	-G2	-P2	-M2
	Interferência em área de proteção ambiental	Inexistente	Inexistente	Inexistente
	Exploração de jazidas e áreas de empréstimo	-G1	-P1	-M1
	Interferência com infraestrutura existente	-P1	-P1	-P1
	Risco de poluição de águas superficiais	-P1	-P1	-P1
	Geração de resíduos sólidos	-P1	-M1	-P1
	Geração de ruído e poeira	-P1	-M1	-P1
	Risco de acidentes de trabalho	-P1	-M1	-P1
Operação	Melhoria das condições de saúde pública	+G3	+G3	+G3
	Redução da poluição de mananciais	+G3	+G3	+G3
	Possibilidade de reúso do efluente	+M3	+M3	+M3
	Disciplinamento do uso e ocupação do solo	+G3	+G3	+G3
	Risco de poluição de águas superficiais	-P3	-P3	-P3
	Risco de poluição de águas subterrâneas	-P3	-P3	-P3
	Alteração no regime hídrico	Inexistente	Inexistente	Inexistente
	Emanação de gases e odores	-G3	-M3	-P3
	Geração de resíduos sólidos	-P3	-M3	-P3
	Risco de acidentes de trabalho	-P3	-P3	-P3

#### 5.4.2 Avaliação dos Impactos Ambientais

Ao todo, foram identificados 20 possíveis impactos decorrentes do projeto, sendo 5 impactos positivos (25%) e 15 impactos negativos (75%). O **Quadro 5.3** apresenta a distribuição dos impactos em cada alternativa conforme os atributos considerados.

**Quadro 5.3 - Distribuição dos impactos do empreendimento de acordo com os atributos.**

Alternativa	Caráter	Magnitude			Duração		
		P	M	G	1	2	3
Alternativa 1	Positivo	01	01	04	01	-	04
	Negativo	12	00	03	08	01	06
Alternativa 2	Positivo	02	01	03	01	-	04
	Negativo	10	05	-	05	01	06
Alternativa 3	Positivo	01	01	03	01	-	04
	Negativo	13	02	-	08	01	06

### **Alternativa 1**

Na alternativa 1, cuja ETE emprega sistema de lagoas de estabilização, a área necessária é elevada, levando também a uma maior exploração de jazidas e de áreas de empréstimo em comparação às demais alternativas. Porém, a geração de resíduos sólidos (lodo desidratado) durante a operação é inexpressiva e o risco de poluição de mananciais é reduzido, já que o tratamento possui operação simples e não necessita de equipamentos que dependam do fornecimento de energia elétrica. A possibilidade de reuso do efluente é média, principalmente para irrigação na agricultura, pois se estima uma concentração de coliformes abaixo de 500 NMP/100 mL.

Entre os impactos positivos, mais de 60% são de grande magnitude. Já com relação aos impactos negativos, o predomínio é de pequena magnitude, com quase 80%. Do total de positivos, a maioria (80%) tem duração prevista como longa. Para os negativos, a maior representatividade é de curta duração (50%).

### **Alternativa 2**

A alternativa 2, que considera o tratamento em uma unidade compacta (anaeróbia + aeróbia) com reatores UASB, filtros submersos aerados, decantadores lamelares, tanques de contato e leito de secagem, ocupa a menor área dentre todas as alternativas, não necessitando de grandes trabalhos de terraplenagem para sua implantação. Porém, a operação do sistema é mais complexa e demanda maior atenção e capacitação dos trabalhadores para que a ETE atinja a eficiência desejada. Como se utilizam bombas e sopradores, existe a dependência de energia elétrica, e a falta do fornecimento afetará a qualidade do efluente. A geração de lodo é a maior dentre as opções analisadas, havendo maior requisito de área para sua desidratação. A utilização de cloro na desinfecção acarreta em maiores riscos de acidente de trabalho, além da possibilidade da geração de subprodutos tóxicos. Como nas demais alternativas, o efluente também poderá ser reutilizado.

Entre os impactos positivos, 50% são de grande magnitude. Já com relação aos impactos negativos, o predomínio é de pequena magnitude, com mais de 60%. Do total de positivos, a maioria (80%) tem duração prevista como longa. Para os negativos, a maior representatividade é de longa duração (50%).

### **Alternativa 3**

A alternativa 3, que adota uma ETE com reatores UASB e pós-tratamento em lagoas de polimento, pode ser considerada uma opção intermediária, pois se utiliza de elementos das duas alternativas, incorporando parte de suas vantagens e desvantagens. A demanda por área ainda é grande, porém, menor que na alternativa 1. A operação é simples e o tratamento não requer energia elétrica nem a utilização de produtos químicos. Tem-se geração de lodo, mas em menor quantidade que na

alternativa 2. O efluente também oferece boa possibilidade de reuso, já que é esperada uma concentração de coliformes abaixo de 100 NMP/100 mL.

Entre os impactos positivos, 60% são de grande magnitude. Já com relação aos impactos negativos, o predomínio é de pequena magnitude, com 86%. Do total de positivos, a maioria (80%) tem duração prevista como longa. Para os negativos, a maior representatividade é de curta duração (50%).

#### 5.4.3 Medidas Mitigadoras e de Controle Ambiental

As medidas mitigadoras visam evitar ou minimizar os impactos ambientais adversos do empreendimento, em todas as suas fases. Nesta análise, as medidas mitigadoras encontram-se relacionadas no **Quadro 5.4**, de modo que, para cada impacto adverso identificado, sejam propostas medidas mitigadoras e de controle.

Algumas destas medidas já fazem parte dos serviços de implantação ou de operação do empreendimento, a exemplo de sinalização das obras, atendimento às normas de segurança e localização adequada da ETE, não havendo necessidade de incluir seus custos na análise econômica.

**Quadro 5.4 - Propostas para os principais impactos ambientais.**

Fase	Impacto	Medidas mitigadoras
Planejamento	Desvalorização de propriedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escolha da localização da ETE conforme a legislação ambiental e com maior desvalorização.</li> <li>Implementação de Programa de Comunicação Social</li> </ul>
	Manifestação contrária da comunidade local	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação de Programa de Comunicação Social</li> </ul>
Implantação	Conflitos de usos do solo e da água	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de Programa de Educação Ambiental</li> </ul>
	Desmatamento de áreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replanteio de áreas equivalentes</li> </ul>
	Exploração de áreas de empréstimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revegetação de jazidas e áreas de empréstimo</li> </ul>
	Interferência com infraestrutura existente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sinalização das obras.</li> </ul>
	Risco de poluição de águas superficiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de plano de monitoramento dos recursos hídricos</li> </ul>
	Geração de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil</li> </ul>
	Geração de ruído e poeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umidificação dos locais de trabalhos em terra</li> <li>Realização das obras nos horários comerciais</li> </ul>
	Risco de acidentes de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitação dos trabalhadores</li> <li>Atendimento às normas de segurança do trabalho</li> </ul>
Operação	Possibilidade de reuso do efluente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação de plano de incentivo ao reuso do efluente tratado de acordo com o nível do efluente.</li> </ul>
	Risco de poluição de águas superficiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação do plano de monitoramento do efluente da ETE e da qualidade da água do corpo receptor</li> <li>Instalação de grupo gerador nas unidades que utilizam equipamentos elétricos</li> </ul>
	Risco de poluição de águas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação do plano de monitoramento do efluente da ETE</li> </ul>
	Alteração no regime hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação do plano de monitoramento do efluente da ETE e da qualidade da água do corpo receptor</li> </ul>

	Emissão de gases e odores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arborização ao redor da ETE</li> <li>• Localização da ETE conforme a legislação ambiental e afastada do núcleo urbano</li> <li>• Coleta e queima controlada do biogás.</li> </ul>
	Geração de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposição do lodo desidratado em aterro sanitário</li> </ul>
	Risco de acidentes de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração do manual de operação do sistema</li> <li>• Capacitação dos operadores do sistema</li> <li>• Atendimento às normas de segurança do trabalho</li> </ul>

#### 5.4.4 Legislação Pertinente

Na concepção do sistema e na análise ambiental do empreendimento, foram observadas as determinações dos seguintes instrumentos legais:

- Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e os padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera da Resolução CONAMA nº 357/2005;
- Resolução CNRH nº 54/2005; que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água;
- Resolução CONEMA nº 04/2006, que estabelece parâmetros e critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor/degradador, dos empreendimentos e atividades efetiva ou potencialmente poluidores ou ainda que, de qualquer forma, possam causar degradação ambiental, para fins estritos de enquadramento visando à determinação do preço para análise dos processos de licenciamento ambiental;
- Resolução CONEMA nº 01/2009, que aprova nova versão do anexo único da Resolução CONEMA nº 04/2006;
- Resolução CONEMA nº 02/2009, que estabelece a criação de faixas de proteção e de uso restrito do solo no entorno de estação de tratamento de esgotos do tipo lagoas de estabilização no estado do Rio Grande do Norte;
- Resolução CONEMA nº 02/2011, que aprova nova versão do anexo único da Resolução CONEMA nº 04/2006.

## 5.5 ANÁLISE TÉCNICO-FINANCEIRA

De acordo com o apresentado nas alternativas acima, foram estudadas apenas alternativas de tratamento, já que a coleta e o transporte dos esgotos foram dimensionados visando a menor profundidade possível da rede coletora e com menor número de elevatórias sem possibilidade de alternativas.

Para definir a melhor alternativa Técnico-Financeira de tratamento para a sede urbana de Redenção, foram considerados alguns itens redundantes a escolha da alternativa a ser escolhida. Os itens estudados para definição da alternativa selecionada foram: Implantação da obra, Operação, Energia, desapropriação e manutenção.

Os valores de **implantação** foram estimados de acordo com projetos similares, achando o custo por cada litro por segundo (l/s). Os valores de **Operação** foram considerados como sendo o seguinte: para alternativa 1, foi considerado apenas 1 (um) auxiliar de operação, já que se trata de um tratamento mais simples; Para alternativa 2, foi considerado 1 (um) técnico de nível médio, mais 1 (um) operador

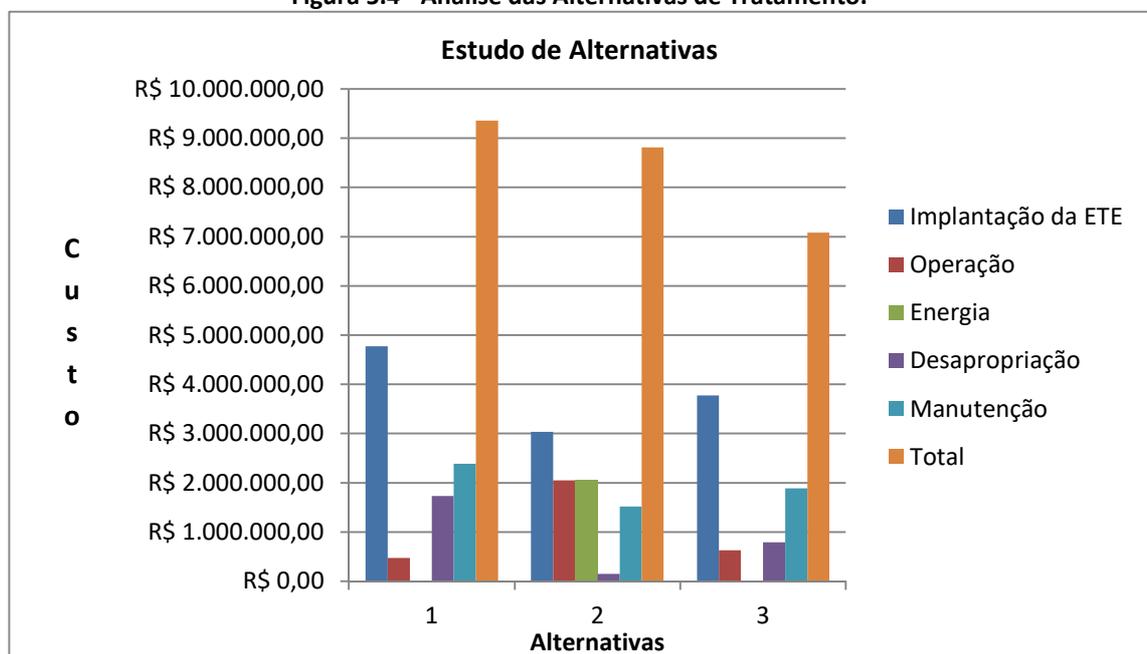
de ETE e 1 (um) auxiliar de operação, já que trata-se de um tratamento mais específico e com maior necessidade de controle operacional para sua boa eficiência. Para alternativa 3, foi considerado apenas 1 (um) operador de ETE, já que se trata de um tratamento simples, mas que necessita mais controle do que a alternativa 1, devido a existência de reatores UASB's. O valor considerado para o item de **energia** foi baseado nos equipamentos elétricos existentes em cada alternativa e usado de acordo com os valores do custo de consumo e demanda da Coelce para este município, como somente a alternativa 2 terá equipamentos elétricos, tais quais: sopradores, bombas dosadoras e bomba do tanque de água recuperada, as outras alternativas foram zeradas. Para os valores considerados para **desapropriação**, foi feita uma pesquisa de mercado para o custo do terreno considerado e aplicado para as respectivas áreas de cada alternativa estudada. Para **manutenção**, foi considerada uma porcentagem para cada alternativa em cima do valor de implantação, sendo considerado 1,5% ao ano para alternativa 1, utilizado 2,5% ao ano para alternativa 2 e utilizado 2,0% ao ano para alternativa 3. Vale salientar que todos os itens foram estudados para o alcance do projeto, ou seja, 20 anos.

Serão apresentados, no **Quadro 5.5** e na **Fig. 5.4**, os valores considerados para escolha da alternativa a qual foi definida para elaboração do projeto básico do sistema de esgotamento sanitário de Redenção.

**Quadro 5.5 - Análises das Alternativas de Tratamento.**

Alternativas	Área (há)	Vazão máxima (l/s)	Implantação da Obra da ETE (R\$)	Operação (R\$)	Energia (R\$)	Desapropriação (R\$)	Manutenção (R\$)	total
Alternativa 1	5,78	34,42	R\$ 4.768.046,21	R\$ 473.556,80	0	R\$ 1.734.000,00	R\$ 2.384.023,11	R\$ 9.359.626,12
Alternativa 2	0,5	34,42	R\$ 3.032.274,51	R\$ 2.052.079,60	R\$ 2.060.697,50	R\$ 150.000,00	R\$ 1.516.137,26	R\$ 8.811.188,87
Alternativa 3	2,64	34,42	R\$ 3.773.309,66	R\$ 631.409,00	0	R\$ 792.000,00	R\$ 1.886.654,83	R\$ 7.083.373,49

**Figura 5.4 - Análise das Alternativas de Tratamento.**



## 5.6 RESUMO COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS

De acordo com a análise feita no estudo de concepção anteriormente, foram identificadas as vantagens e as desvantagens de cada tipo de tratamento, sendo variável a cada alternativa de acordo com os itens considerados. Como dito anteriormente, os 3 (três) tipos de tratamento analisados estão aptos a serem considerados nesta concepção, pois todos apresentam a qualidade do efluente tratado dentro do solicitado pela norma ambiental.

Para efeito de comparação, são apresentadas, no **Quadro 5.6**, as principais vantagens e desvantagens das alternativas do sistema de esgotamento sanitário segundo os aspectos técnico, ambiental e econômico.

**Quadro 5.6 - Vantagens e Desvantagens das Alternativas do sistema de esgotamento sanitário.**

Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior simplicidade operacional</li> <li>• Condições climáticas favoráveis</li> <li>• Não utilização de produtos químicos</li> <li>• Não utilização de equipamentos elétricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande requisito de área</li> <li>• Ausência operacional devido a simplicidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo requisito de área</li> <li>• Maior facilidade para modulação da ETE</li> <li>• Elevada eficiência de remoção de matéria orgânica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior grau de mecanização e complexidade operacional</li> <li>• Necessidade de utilização de produtos químicos</li> <li>• Dependência de fornecimento de energia elétrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativa simplicidade operacional</li> <li>• Condições climáticas favoráveis</li> <li>• Não utilização de produtos químicos</li> <li>• Não utilização de equipamentos elétricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerável requisito de área</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de lodo insignificante</li> <li>• Possibilidade de reuso do efluente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior área de desmatamento</li> <li>• Maior degradação de jazidas e áreas de empréstimo</li> <li>• Possibilidade de emanção de maus odores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilidade de reuso do efluente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior risco de poluição de mananciais caso ocorra falta de energia elétrica</li> <li>• Maior geração de lodo</li> <li>• Geração de subprodutos tóxicos devido ao uso de cloro</li> <li>• Maior risco de acidentes devido ao uso de cloro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa geração de lodo</li> <li>• Possibilidade de reuso do efluente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerável área de desmatamento</li> <li>• Considerável degradação de jazidas e áreas de empréstimo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores custos de operação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maiores custos de implantação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores custos de implantação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maiores custos de operação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzidos custos de operação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos de implantação maior que alternativa 2</li> </ul>

Conforme apresentada no **Quadro 5.5** e no **Quadro 5.6**, a alternativa 3 resumiu-se na mais vantajosa na sua totalidade, além de ter sido a alternativa previamente pretendida pela Cagece/GPROJ, pois o tratamento considerado na alternativa 3 é, hoje, o mais aconselhável para uma região que apresente área disponível para esse tipo de tratamento, pois se trata de uma tecnologia relativamente simples, mas que requer o mínimo de cuidado, sendo uma vantagem em relação ao sistema só de lagoas, que requerem menos cuidados e acabam abandonadas operacionalmente e, em relação à ETE compacta, esta, sim, é adequada para sistemas que não dispõe de área disponível para tratamento.

A alternativa 3 conta com eficiência já conhecida dos reatores UASB's em relação à matéria orgânica e complementados com as lagoas de polimento, que ajudam na remoção de matéria orgânica e são eficientes principalmente em remoção de patógenos, que agrupados tornam um sistema completo ao nível de classe 2.

Diante do exposto, o sistema de esgotamento sanitário de Redenção será composto por ligações intradomiciliares, ligações prediais, rede coletora dividida em 5 (cinco) sub-bacias, 5 (cinco) estações elevatórias, 5 (cinco) linhas de recalque, estação de tratamento composta por reatores UASB's, seguidos por lagoas de polimento em série e leitos de secagem para desidratação do lodo e emissário final.

**PROJETO DEFINIDO**

## 6 PROJETO DEFINIDO

### 6.1 CONFIGURAÇÃO GERAL

No plano de escoamento, as sub-bacias de esgotamento foram definidas tendo-se como premissa minimizar o número de elevatórias necessárias no sistema, procurando-se interligá-las entre si por interceptores dos corpos hídricos locais. Contudo, em visita local, constatou-se sua inviabilidade, adotando-se, como solução para transposição de sub-bacias, as estações elevatórias de esgoto.

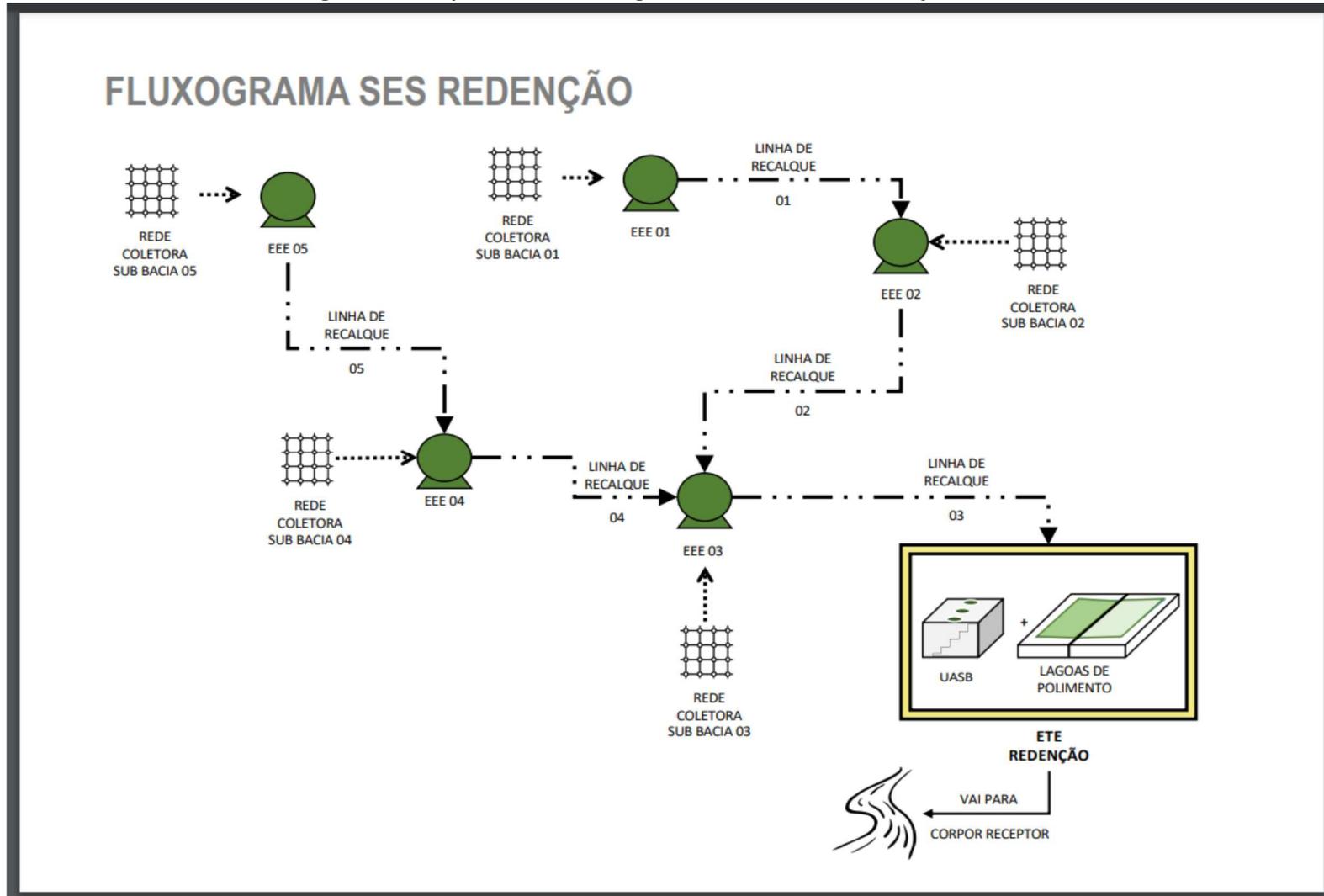
A topografia local das sub-bacias definiu o traçado da rede, ficando bem determinados os pontos necessários para implantação de elevatórias e travessias (verificar, nas plantas de travessias, a observação de instrução de Serviço DG nº 07/2008 do DNIT), bem como as desapropriações necessárias para evitar grandes profundidades de rede e necessidade de demais sistemas elevatórios, priorizando as áreas livres e sem edificações levantadas.

No projeto original, foi considerado, de acordo com reunião na Gerência de Projetos (GPROJ), e foi solicitado sempre que possível interligar as linhas de recalque diretamente em outra elevatória, visando diminuir o porte das mesmas, pois será considerada apenas grade como tratamento preliminar nas estações elevatórias; a solicitação de usar tratamento preliminar composto por caixa de areia, grade e medidor de vazão será apenas na última elevatória antes da ETE.

Será considerada gradil com concertina para o fechamento das áreas das estações elevatórias e na ETE, conforme solicitação da UN-BME e SOB.

Será apresentado, na **Fig 6.1**, o croqui definido para o sistema de esgotamento sanitário de Redenção.

Figura 6.1 - Croqui do Sistema de Esgotamento Sanitário de Redenção Definido.



6.1.1 Relatório Fotográfico



**FOTO 01- RUA A SER CONTEMPLADA COM REDE COLETORA**



**FOTO 02- ÁREA INVIÁVEL DE ATENDIMENTO - MORRO**



**FOTO 03- DRENAGEM A CÉU ABERTO COM ESGOTO CLANDESTINO**



**FOTO 04- ETE EXISTENTE/ÁREA DA EEE-01**



**FOTO 05- ÁREA DA EEE-02**



**FOTO 06- ÁREA DA EEE-03**



**FOTO 07 - ÁREA DA EEE-04**



**FOTO 08 - ÁREA DA EEE-05**



**FOTO 09 - ÁREA DA ETE**



**FOTO 10 - ÁREA DE INTERFERÊNCIA COM DRENAGEM**

## 6.2 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA

### 6.2.1 Rede coletora

#### 6.2.1.1 Definição do Traçado e do Tipo de Rede

O traçado da rede coletora de esgotos foi desenvolvido em atendimento às especificações técnicas de projeto vigentes na NBR 9649/1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário e as recomendações feitas pela equipe técnica de acompanhamento da CAGECE.

A partir do nivelamento geométrico do eixo das ruas, estabeleceu-se o sentido de escoamento de cada trecho e a escolha de soluções tipo de rede coletora, tendo-se adotado:

- Rede simples a 1/3 do meio-fio (lado contrário à rede de água), quando a mesma não apresenta interferência devido a existência de galerias de águas pluviais, caso geral;
- Rede dupla, com os coletores assentados nos terços direito e esquerdo, quando verificada a existência ou projeto de galeria de águas pluviais, e quando o leito trafegável apresentasse como avenida com canteiro central; ruas com largura superior a 18m e ruas de tráfego intenso;
- Poços de Visita (PV) em todos os pontos singulares da rede coletora; no início das redes, reunião de trechos; mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e de material;
- PV de 600 mm entre poços de visita, quando a distância entre os mesmos resultou superior a 80 m. O PV de 600 mm adotado será utilizado entre dois trechos de mesma declividade.

Em seguida ao traçado da rede coletora, procedeu-se a numeração das singularidades e trechos e, posterior preenchimento das planilhas de cálculo, que serão apresentadas detalhadamente no projeto básico.

#### 2.1.1.1 - Software utilizado para dimensionamento

O dimensionamento das redes coletoras de esgoto foi feito através do aplicativo CESG.

A metodologia usada pelo programa consiste em:

- Lançar graficamente a rede coletora sobre a planta topográfica dentro do programa;
- Gerar arquivo de exportação de dados em formato dxf, ter o arquivo no aplicativo de cálculo;
- Dimensionar a rede;
- Gerar os arquivos de retorno das informações de cálculo para o Autocad;
- Obter a planta final.

Os parâmetros de projeto utilizados pelo aplicativo estão de acordo com a NBR 9649 de nov/86, a qual preconiza que os coletores sejam dimensionados com base no atendimento de uma tensão trativa, com valor mínimo admissível de 1,0 Pa. Para o dimensionamento de grandes interceptores, é adotada uma tensão de 1,5 Pa (PNB 568/89).

O processo de dimensionamento é feito com base na propagação de vazões, no recobrimento mínimo, diâmetro mínimo, na relação  $y/d$  máxima e na declividade econômica, considerando o máximo possível as condições topográficas do local.

Ressalta-se, porém, que o programa também leva em conta imposições diversas como altura de recobrimento, interferências e vazões concentradas. Embora gere uma numeração sequencial crescente por coletor, a numeração de PV's é meramente cadastral, e pode ser adequada livremente caso a caso, de acordo com as necessidades impostas pelo usuário.

O programa permite, ainda, ajustar a configuração para cálculo de todos os trechos de uma só vez, ou o cálculo chamado de "manual", onde se deve intervir no dimensionamento de cada trecho, impondo diâmetro, profundidades e demais condições necessárias para desenvolvimento do projeto. Além disso, o aplicativo usa o software gráfico para o desenho da rede, eliminando a necessidade de desenhista, inclusive o trabalho de lançar manualmente as informações de cada trecho, e dos PV's. Com isso, se evita aqueles erros que ocorrem com frequência quando tal processo é feito de forma manual.

#### 2.1.1.2 - Critérios para dimensionamento

##### a) Regime Hidráulico de Escoamento

As redes coletoras foram projetadas para funcionar como conduto livre em regime permanente e uniforme, de modo que a declividade da linha de energia seja equivalente à declividade da tubulação e igual a perda de carga unitária.

##### b) Vazões Mínimas

A vazão mínima considerada para dimensionamento da rede coletora está de acordo com as recomendações da NBR 9649 da ABNT, em que é recomendado o valor de 1,5 l/s como menor vazão a ser utilizada nos cálculos. De acordo com a norma, tal valor corresponde ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de um vaso sanitário. Diante do exposto, para efeito de dimensionamento, sempre que a vazão de jusante do trecho for inferior a 1,5 l/s, foi adotado o valor citado como vazão mínima.

##### c) Diâmetro Mínimo

Apesar da NBR 9649/86 admitir a utilização de diâmetro de até 100mm, no projeto ora elaborado foi considerado  $\varnothing$  de 150mm como o mínimo adotado nas redes coletoras públicas, conforme normas da Cagece.

##### d) Declividade Mínima

A declividade mínima adotada obedece a requisitos da ABNT, ou seja, sendo dimensionada de forma a proporcionar para cada trecho da rede, desde o início do plano, uma tensão trativa média igual ou superior a 1,0 Pa, determinada pela expressão aproximada, para coeficiente de Manning  $n = 0,013$ .

$$I_{\min} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47}$$

Onde:

$I_{\min}$  = declividade mínima em m/m;

$Q_i$  = vazão de jusante do trecho em início de plano em l/s.

##### e) Declividade Máxima

A máxima declividade admissível é aquela para qual se tem uma velocidade na tubulação da ordem de 5,0 m/s para a vazão de final de plano, conforme equação abaixo.

$$I_{\text{máx}} = 2,66 \cdot Q_f^{-0,67}$$

Onde:

$I_{\text{máx}}$  = declividade máxima em m/m;

$Q_f$  = vazão de jusante do trecho em final de plano em l/s.

#### f) Lâmina d'água Máxima

Nas redes coletoras, as tubulações são projetadas para funcionar com lâmina igual ou inferior a 75% do diâmetro, sendo a parte superior (25%) destinada à ventilação do sistema, ocorrência de imprevistos e flutuações excepcionais do nível de esgotos. O diâmetro que atende a tal condição pode ser calculado conforme abaixo mostrado, para  $n = 0,013$ .

$$D = \left( 0,0352 \cdot \frac{Q_f}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Onde:  $D$  = diâmetro em m;  $Q_f$  = vazão final em  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $I$  = declividade em m/m.

#### g) Lâmina d'água Mínima

Não há limite quanto a lâmina d'água mínima, tendo em vista que o critério que define a tensão trativa, considera o processo de autolimpeza nas tubulações, desde que pelo menos uma vez por dia, o sistema atinja uma tensão trativa igual ou superior a 1,0 Pa.

#### h) Velocidade Crítica

Nos casos em que a velocidade final mostrou-se superior a velocidade crítica, a lâmina de água máxima fica reduzida a 50% do diâmetro do coletor. Para os casos onde se tem  $Y/D > 0,5$ , o programa considera o aumento do diâmetro da tubulação. A velocidade crítica é definida pela seguinte equação:

$$V_c = 6 \sqrt{gRh}$$

Onde:  $V_c$  = velocidade crítica em m/s;  $g$  = aceleração da gravidade em  $\text{m/s}^2$ ;  $Rh$  = raio hidráulico para a vazão final em m.

#### i) Condições de Controle de Remanso

É verificada a influência do remanso no trecho de montante, sempre que a cota do nível da água na saída de qualquer PV ou TIL, ficar acima de qualquer das cotas do nível de água de entrada.

Nos casos onde a profundidade é a mínima, o programa Cesp, faz coincidir a geratriz superior dos tubos. Para profundidades maiores, a coincidência dos níveis de água de montante e de jusante em PV ou TL é feita automaticamente pelo programa, de forma a se evitar remansos. Nos casos em que se tem mais de um coletor afluente, o nível da água de jusante coincide com o nível mais baixo dentre os coletores de montante.

### 2.1.1.3 - Acessórios das Redes Coletoras

#### a) Poços de Visita

Convencionalmente, foram empregados poços de visita nos seguintes casos:

- Nas cabeceiras das redes;
- Nas mudanças de direção dos coletores;

- Nas alterações de diâmetro;
- Nos encontros de coletores;
- Em posições intermediárias, respeitando a distância máxima de 120,00 m e considerando a utilização de PV de 600 mm sempre que a distância entre PV supere 80 m.

#### b) Caixa de Passagem

Dimensionadas por necessidades construtivas, para permitir a passagem de equipamentos para limpeza do trecho de jusante, naquelas situações onde a existência de alguma interferência inviabilizou a construção de PV's.

#### c) Degrau

Considerado para desníveis, variando até 0,70 m, entre a cota do coletor afluyente e o PV.

#### e) Tubo de Queda

Dispositivo instalado nos PV's, quando o coletor afluyente apresenta degrau com altura superior a 0,70m.

### 6.2.2 Estações Elevatórias

No caso específico da sede urbana de Redenção, tornou-se necessário o dimensionamento de 5 estações elevatórias de esgoto bruto. As elevatórias serão dotadas de grade, calha parshall, além de gerador e bomba reserva. Apenas a EEE-03 será dotada de preliminar completo, ou seja, gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão. A EEE-03 terá tratamento preliminar completo devido ser a última elevatória que recebe a contribuição de todas as sub-bacias e encaminha para ETE, conforme solicitação da GPROJ.

As estações elevatórias de esgoto bruto, bem como suas linhas de recalque, foram dimensionadas prevendo a vazão do sistema para um alcance de 20 anos, como a variação da vazão máxima entre 10 e 20 anos é inferior a 20%, as bombas também foram dimensionadas para 20 anos, atendendo a normatização da SPO-024.

As vazões utilizadas para dimensionamento do poço de sucção e bombas foram as seguintes: vazão mínima é a vazão para final de plano (20 anos) só da sub-bacia em questão; vazão média é a total das sub-bacia contribuintes para início de plano e vazão máxima é a total das sub-bacias contribuintes para final de plano (20 anos), conforme SPO-024.

#### 6.2.2.1 Gradeamento

Constitui-se de gradeamento formado por barras em aço inox, paralelas, igualmente espaçadas entre si, destinadas à remoção de sólidos grosseiros ou em suspensão, protegendo os equipamentos e tubulações de obstruções.

Seu dimensionamento consiste em definir as seções e o espaçamento das barras que irão compor o gradeamento, incluindo sua inclinação com a horizontal. Em função destas características, da vazão máxima do sistema e da velocidade média do esgoto através das grades, determina-se largura e comprimento do canal de acesso da grade, bem como as perdas de cargas para grade limpa e com 50% de obstrução.

As vazões utilizadas para dimensionamento do preliminar foram as seguintes: vazão mínima é a vazão para meio de plano (10 anos) só da sub-bacia em questão; vazão média é a total das sub-bacia contribuintes para início de plano e vazão máxima é a total das sub-bacias contribuintes para final de plano (20 anos), conforme SPO-024.

#### 6.2.2.2 Caixa de Areia

Para remoção de areia e de outros resíduos inertes, com diâmetro igual ou superior a 0,2mm e densidade de 2,65 g/cm<sup>3</sup>, será utilizada caixa de areia de limpeza manual dotado de dois canais paralelos idênticos, com seção do tipo retangular, com rebaixo de forma a permitir que a variação da velocidade seja em torno de +/- 20% em relação a 0,30m/s. O depósito foi dimensionado para acúmulo de areia referente há 15 dias, considerando uma taxa de 0,004L/m<sup>3</sup>. O dimensionamento foi realizado para funcionamento alternado.

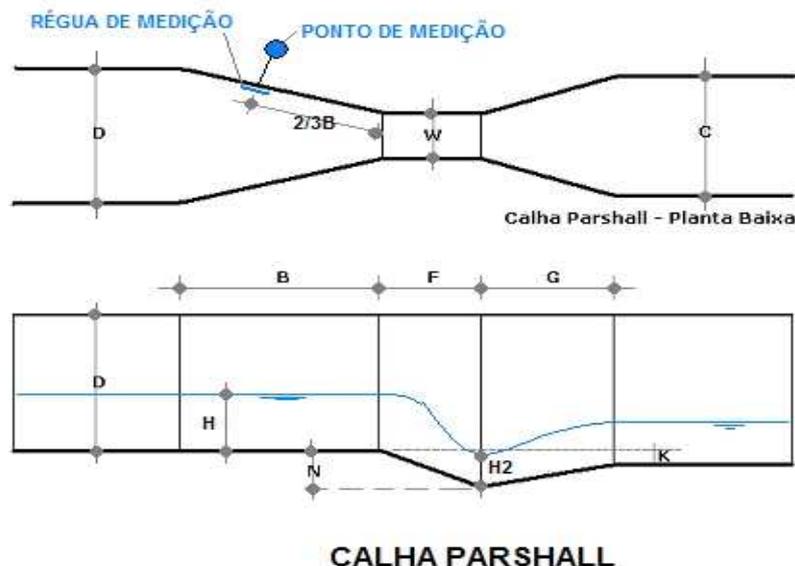
Obs: Esta caixa de areia será usada apenas na estação elevatória 3, já que as outras (1, 2, 4 e 5) serão contempladas apenas com grade em aço inox.

As vazões utilizadas para dimensionamento do preliminar foram as seguintes: vazão mínima é a vazão para meio de plano (10 anos) só da sub-bacia em questão; vazão média é a total das sub-bacia contribuintes para início de plano e vazão máxima é a total das sub-bacias contribuintes para final de plano (20 anos), conforme SPO-024.

#### 6.2.2.3 Calha Parshall

A calha Parshall constitui dispositivo para medição de vazão e regulador de velocidade. Como medidor de vazão com ponto de leitura único (a dois terço do início da garganta), deverá operar em escoamento livre, ou seja, com a carga no ponto crítico seja menor ou igual 60% da carga à montante do ponto de medição ( $H_2/H \leq 0,6$ ) para os Parshall de 3, 6 e 9 pol e menor ou igual a 70% ( $H_2/H \leq 0,7$ ) para os demais, sendo que estas alturas estão apresentadas abaixo.

**Figura 6.2 - Longitudinal da Calha Parshall.**



Possuem dimensões padronizadas na literatura técnica. Sua especificação é definida pela largura da garganta (W), em função das vazões mínima e máxima do sistema em questão, conforme apresentado abaixo:

**Tabela 6.1 - Limites de aplicação para Medidores Parshall.**

W		Q min (l/s)	Q max (l/s)	W		Q min (l/s)	Q máx. (l/s)
(pol)	(cm)			(pol)	(cm)		
3pol	7,6	0,85	53,8	4	122,0	36,79	1921,5
6pol	15,2	1,52	110,4	5	152,5	62,80	2422,0
9pol	22,9	2,55	251,9	6	183,0	74,40	2929,0
1	30,5	3,11	455,6	7	213,5	115,40	3440,0
1 1/2	45,7	4,25	696,2	8	244,0	130,70	3950,0
2	61,0	11,89	936,7	10	305,0	200,00	5660,0
3	91,5	17,26	1426,3				

#### 6.2.2.4 Poço de Sucção

O poço de sucção armazenará o esgoto de forma a manter condições de operação das bombas, em termos de níveis mínimos e máximos, com tempo de detenção médio limitado à 30 minutos e tempo de ciclo médio de 10 minutos (aqui considerados na pior condição), conforme recomendação da Norma NBR 12.208/92 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário.

A elevatória foi dimensionada com dois poços que tem como objetivo melhorar as condições de segurança e de versatilidade de operação. Cada poço receberá uma bomba, que poderão funcionar alternadamente ou de modo contínuo, dependendo da necessidade operacional e das ações de manutenção.

#### 6.2.2.5 Transientes Hidráulicos

O estudo de transientes hidráulicos foi realizado a partir do software Dyagats, avaliando todas as linhas de recalque, referente à parada abrupta do sistema elevatório.

#### 6.2.3 Emissários de Recalque

Também no caso dos emissários de Redenção, foram dimensionados 5 emissários, um para cada elevatória de esgoto bruto projetada. Foi considerado também o emissário da elevatória de esgoto tratado.

A metodologia utilizada para dimensionamento dessas obras é apresentada a seguir.

Os emissários foram dimensionados em uma primeira aproximação pela fórmula de Bresse:

$$D = K \cdot Q^{1/2}$$

Onde:

D = diâmetro do emissário (m)

K = fator de Bresse (Variável em função da velocidade média)

Q = vazão (m<sup>3</sup>/s)

Na realidade, a adoção do coeficiente da fórmula de Bresse equivale à fixação de uma velocidade média a que se denomina velocidade econômica (Azevedo Neto, Manual de Hidráulica, Volume I, página 271).

O relativamente baixo valor de K traduz a importância cada vez mais significativa dos custos de energia elétrica para os usuários em geral e, particularmente, para as concessionárias dos serviços de água e de esgotos.

Com base nas velocidades e perdas de carga resultantes, os diâmetros serão aumentados ou diminuídos de maneira a obter bombas e materiais de emissários correntes no comércio.

Os materiais previstos nos emissários foram:

- Para  $100 < DN \leq 500\text{mm}$  ..... PVC DEF<sup>o</sup>F<sup>o</sup>
- Para  $500\text{ mm} > DN > 1000\text{ mm}$  ..... F<sup>o</sup>F<sup>o</sup>
- Para  $DN \geq 1000\text{ mm}$  ..... Aço

Serão empregadas, preferencialmente, tubulações em PVC DEFoFo nas linhas de recalque uma vez que esse material apresenta uma melhor relação custo/benefício quando comparado ao ferro dúctil para baixas pressões e menores perdas de carga.

#### 6.2.4 Estação de Tratamento de Esgoto

A ETE foi projetada para atendimento às demandas e às legislações ambientais vigentes, que recomenda efluente com concentração de DBO menor que 60mg/L e coliformes de 1000 NMP/100mL. O corpo receptor foi enquadrado no tipo de Classe II, conforme recomenda a legislação ambiental vigente, considerando que o Ceará ainda não tem enquadramento de rios.

##### 6.2.4.1 Características dos Efluentes

O conhecimento das características das águas residuárias constitui um dos primeiros passos para o estudo preliminar de projetos, em que os possíveis tipos de tratamentos só podem ser selecionados a partir do levantamento destas características. Da mesma forma, é conhecido também o potencial poluidor, quando estes efluentes são lançados no corpo receptor sem tratamento adequado.

Os esgotos de Redenção/CE, a serem contemplados com a infraestrutura prevista no presente projeto, apresentam características típicas de efluentes sanitários domésticos.

##### 6.2.4.2 Descrição

A ETE será projetada até fim de plano tendo em vista que o crescimento previsto da população, e por consequência, da vazão, não favorece modulação por etapa.

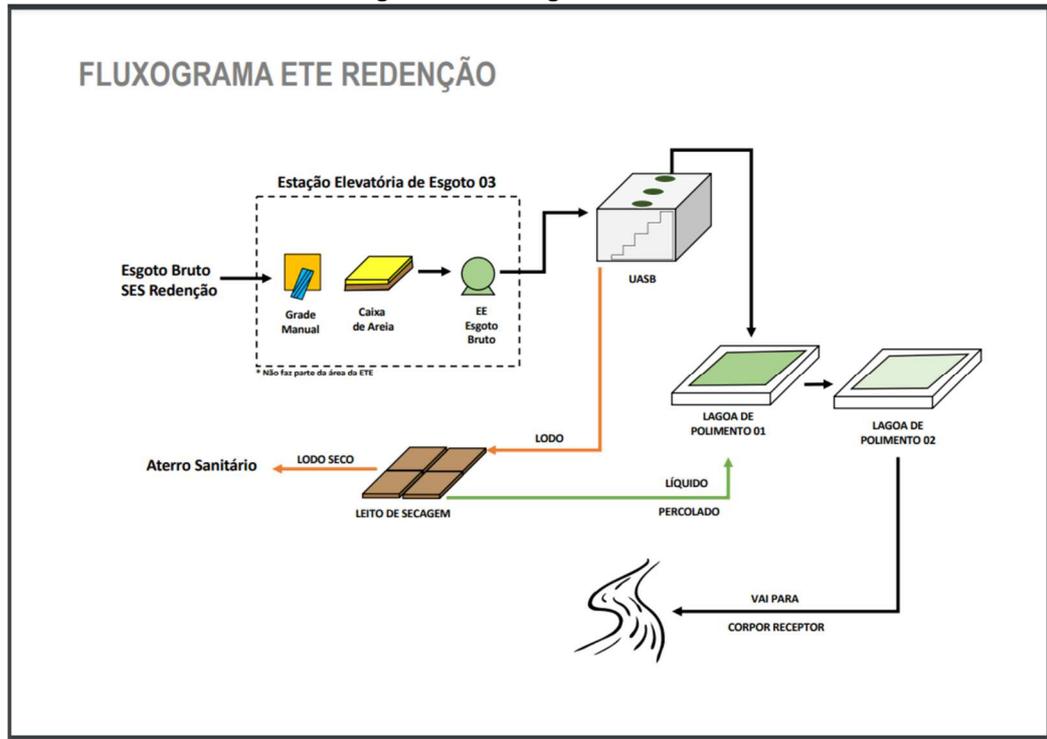
Tendo em vista as características dos efluentes e as considerações já mencionadas anteriormente, optou-se por adotar um tratamento biológico constituído por UASB seguido de Lagoas de Polimento.

As unidades que compõe o sistema projetado são:

- 02 UASB'S;
- 02 LAGOAS DE POLIMENTO;
- 06 CÉLULAS DE LEITO DE SECAGEM;
- EMISSÁRIO FINAL;
- 01 CASA DE OPERAÇÃO.

O fluxograma da ETE será apresentado na **Fig. 6.3** abaixo:

Figura 6.3 - Fluxograma da ETE.



#### 6.2.4.3 UASB

Nos reatores tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), a depuração decorre de um intenso contato entre o esgoto e um manto de lodo suspenso, previamente maturado no equipamento, rico em microrganismos anaeróbios. A tecnologia aplicada e o controle em tratamento de esgoto através dos reatores UASB são frutos de intensas pesquisas no âmbito da engenharia sanitária.

O lodo descartado dos reatores UASB será encaminhado ao leito de secagem e, posteriormente, ao aterro sanitário.

#### 6.2.4.4 Lagoas de Polimento

As lagoas de polimentos possibilitam um pós-tratamento considerado adequado a quaisquer efluentes de lagoas de estabilização ou mesmo de outros sistemas de tratamento de esgotos, como no caso o reator UASB.

Nesse tipo de lagoa, apesar de também ocorrer certo decaimento da DBO, o objetivo principal é remover organismos patogênicos e nutrientes (em menor proporção). Assim, as lagoas de polimento devem ser projetadas de maneira a otimizar os principais mecanismos de eliminação dos patogênicos. Alguns desses mecanismos tornam-se mais efetivos pela simples diminuição da profundidade das lagoas. Por outro lado, deve-se evitar o crescimento indesejável de vegetação. Por isso, foi escolhida a altura de 0,80 m.

A baixa profundidade das lagoas permite acelerar os mecanismos de eliminação dos patogênicos, relacionados com a radiação solar (radiação ultravioleta), elevação do pH para valores acima de 8,5, assim como a elevada concentração de oxigênio dissolvido, que favorece as comunidades aeróbias, mais eficientes na competição por alimentos e nas atividades predadoras.

#### 6.2.4.5 Leitos de Secagem

No leito de secagem ocorre a desidratação do lodo. O líquido percolado dos leitos é colhido em um sistema de drenagem e encaminhado para lagoa de polimento 1. O lodo desidratado deverá ser encaminhado ao aterro sanitário do município.

O leito de secagem será constituído de 6 células. A soleira drenante será composta por areia e pedregulho. A camada suporte será feita de lajotas de cimento, assentadas com areia grossa e brita com juntas de 2 cm. O sistema de drenagem será constituído de tubos de PVC com diâmetro de 150 mm, colocados no fundo do leito. O fundo do leito deverá ter inclinação de 1% no sentido do coletor de escoamento do líquido filtrado.

#### 6.2.4.6 Eficiência do Sistema

O tratamento proposto atenderá aos padrões de lançamento do órgão ambiental, já que o corpo receptor se enquadra em classe 2, estando o efluente final deste tratamento com uma eficiência bastante satisfatória, garantindo um efluente com padrões de qualidade ainda melhores do que os exigidos na legislação, conforme planilhas apresentadas no memorial de cálculo.

Após o tratamento, os efluentes serão direcionados para o corpo receptor que será o Córrego sem denominação, localizado próximo da ETE. Será considerado um recurso de bombeamento, para utilizar o efluente tratado para irrigação das árvores da área do tratamento.

### 6.2.5 Resumo Geral

#### 6.2.5.1 População por Sub-Bacia

**Quadro 6.1 - População por sub-bacia.**

População Estimada por Sub-Bacia						
Ano	População total urb. (hab)	População SB-01	População SB-02	População SB-03	População SB-04	População SB-05
<b>2.015</b>	<b>8.153</b>	<b>696</b>	<b>2.667</b>	<b>1.167</b>	<b>3.016</b>	<b>607</b>
<b>2.024</b>	<b>9.743</b>	<b>832</b>	<b>3.188</b>	<b>1.395</b>	<b>3.604</b>	<b>724</b>
<b>2.034</b>	<b>11.877</b>	<b>1.014</b>	<b>3.886</b>	<b>1.700</b>	<b>4.394</b>	<b>883</b>

## 6.2.5.2 Vazão por Sub-Bacia

### Quadro 6.2 - Vazão por Sub-Bacia.

SUB-BACIA 01										
Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de	Comprimento da	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.015	696	100,0%	696	150	0,8	1.981	0,50	0,98	1,46	2,24
2.024	832	100,0%	832	150	0,8	1.981	0,50	1,07	1,65	2,58
2.034	1.014	100,0%	1.014	150	0,8	1.981	0,50	1,20	1,90	3,03
Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 01								1,20	1,90	3,03

SUB-BACIA 02										
Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de	Comprimento da	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.015	2.667	100,0%	2.667	150	0,8	6.568	1,64	3,49	5,35	8,31
2.024	3.188	100,0%	3.188	150	0,8	6.568	1,64	3,86	6,07	9,61
2.034	3.886	100,0%	3.886	150	0,8	6.568	1,64	4,34	7,04	11,36
Contribuição Pontual da Sub-Bacia 01								1,20	1,90	3,03
Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 02								5,54	8,94	14,39

SUB-BACIA 03										
Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de	Comprimento da	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.015	1.167	100,0%	1.167	150	0,8	786	0,20	1,01	1,82	3,11
2.024	1.395	100,0%	1.395	150	0,8	786	0,20	1,17	2,13	3,68
2.034	1.700	100,0%	1.700	150	0,8	786	0,20	1,38	2,56	4,447
Contribuição Pontual da Sub-Bacia 01								1,20	1,90	3,03
Contribuição Pontual da Sub-Bacia 04								6,08	9,74	15,61
Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 03								8,65	14,20	23,08

SUB-BACIA 04										
Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de	Comprimento da	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.015	3.016	100,0%	3.016	150	0,8	8.462	2,12	4,21	6,30	9,66
2.024	3.604	100,0%	3.604	150	0,8	8.462	2,12	4,62	7,12	11,13
2.034	4.394	100,0%	4.394	150	0,8	8.462	2,12	5,17	8,218	13,100
Contribuição Pontual da Sub-Bacia 05								0,91	1,52	2,51
Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 04								6,08	9,74	15,61

SUB-BACIA 05										
Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de	Comprimento da	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.015	607	100,0%	607	150	0,8	1.193	0,30	0,72	1,14	1,82
2.024	724	100,0%	724	150	0,8	1.193	0,30	0,80	1,30	2,11
2.034	883	100,0%	883	150	0,8	1.193	0,30	0,91	1,52	2,506
Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 05								0,91	1,52	2,506

RESUMO GERAL										
Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de	Comprimento da	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.015	8.153	100,0%	8.153	150	0,8	18.989	4,75	10,41	16,07	25,13
2.024	9.743	100,0%	9.743	150	0,8	18.989	4,75	11,51	18,28	29,10
2.034	11.877	100,0%	11.877	150	0,8	18.989	4,75	13,00	21,24	34,440
Vazões Totalizadas para ETE								13,00	21,24	34,44

### 6.2.5.3 Extensão de Rede Coletora por Sub-Bacia

**Quadro 6.3 - Extensão da Rede Coletora por Sub-Bacia.**

REDE COLETORA DE ESGOTO						
TOTAL		SUB-BACIAS				
Diâmetro	Quantidade	01	02	03	04	05
150	18.629,90	1980,60	6.420,30	768,90	8.267,20	1.192,90
200	312,90		127,20		185,70	
250	29,30		20,40		8,90	
300	17,20			17,20		
<b>Total</b>	<b>18.989,30</b>	<b>1.980,60</b>	<b>6.567,90</b>	<b>786,10</b>	<b>8.461,80</b>	<b>1.192,90</b>

### 6.2.5.4 Estações Elevatórias

**Quadro 6.4 - Resumo das Vazões, Potência e Altura Manométrica - 20 Anos.**

Elevatória	Tipo	Quant. Bombas		Q (l/s)	Hman (m)	Potência (hp)
		Ativas	Reserva	20 anos	20 anos	20 anos
EEE-1	SUBMERSÍVEL	1	1	5,40	14,40	2,7
EEE-2	SUBMERSÍVEL	1	1	14,60	22,50	20
EEE-3	SUBMERSÍVEL	1	1	37,0	36,3	30
EEE-4	SUBMERSÍVEL	1	1	15,60	11,70	6,5
EEE-5	SUBMERSÍVEL	1	1	5,6	17,7	4,0

### 6.2.5.5 Linhas de Recalque

**Quadro 6.5 - Resumo das informações das Linhas de Recalque.**

Linhas de Recalque	Elevatória	Vazão (L/s)	Comp.	Material	Diâmetro	Lançamento
			Total		(mm)	
LR-1	EEE-1	5,00	802,60	PVC DEFoFo	100	EEE-2
LR-2	EEE-2	15,40	1.471,51	PVC DEFoFo	150	EEE-3
LR-3	EEE-3	36,00	626,37	PVC DEFoFo	150	ETE
LR-4	EEE-4	16,10	818,45	PVC DEFoFo	150	EEE-3
LR-5	EEE-5	4,90	955,93	PVC DEFoFo	100	EEE-4

### 6.2.5.6 Estação de Tratamento de Esgoto

**Quadro 6.6 - Dimensões da ETE**

Elementos	Dimensões (m)
UASB	2 unid. (8,00x8,00x5,00)
Lagoas de Polimento	2 unid. (45,60x178,60x0,80)
Leitos de Secagem	6 células (8,00x4,00x0,35)

### 6.2.5.7 Emissário Final

**Quadro 6.7 - Características do Emissário Final.**

<b>Extensão</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Material</b>
50,00	300 mm	PVC Ocre

**MEMORIAL DE CÁLCULO**

---

---

## 7 MEMORIAL DE CÁLCULO

### 7.1 POPULAÇÃO POR SUB-BACIA

Ano	População total urb. (hab)	Área Total (ha)	Sub-Bacia 01		Sub-Bacia 02		Sub-Bacia 03		Sub-Bacia 04		Sub-Bacia 05	
			Área Líquida (ha) SB-01	População SB-01	Área Líquida (ha) SB-02	População SB-02	Área Líquida (ha) SB-03	População SB-03	Área Líquida (ha) SB-04	População SB-04	Área Líquida (ha) SB-05	População SB-05
2.015	8.153	1.068,03	91,16	696	349,45	152,87	1.167	395,10	3.016	79,46	607	
2.016	8.316			710			2.667		1.190		3.076	619
2.017	8.482			724			2.721		1.214		3.138	631
2.018	8.652			738			2.775		1.238		3.201	644
2.019	8.825			753			2.831		1.263		3.265	657
2.020	9.001			768			2.887		1.288		3.330	670
2.021	9.181			784			2.945		1.314		3.396	683
2.022	9.365			799			3.004		1.340		3.465	697
2.023	9.552			815			3.064		1.367		3.534	711
2.024	9.743			832			3.125		1.395		3.604	724
2.025	9.938			848			3.188		1.422		3.676	740
2.026	10.137			865			3.252		1.451		3.750	754
2.027	10.339			882			3.317		1.480		3.825	769
2.028	10.546			900			3.383		1.509		3.901	785
2.029	10.757			918			3.451		1.540		3.979	800
2.030	10.972			936			3.520		1.570		4.059	817
2.031	11.192			955			3.590		1.602		4.140	833
2.032	11.416			974			3.662		1.634		4.223	850
2.033	11.644			994			3.735		1.667		4.307	866
2.034	11.877			1.014			3.810		1.700		4.394	883

## 7.2 VAZÃO POR SUB-BACIA

### 7.2.1 Sub-Bacia 1

Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q			C	L	I	Qmin
<b>2.015</b>	<b>696</b>	<b>100,0%</b>	696	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>1.981</b>	<b>0,50</b>	<b>0,98</b>	<b>1,46</b>	<b>2,24</b>
2.016	710	100,0%	710	150	0,8	1.981	0,50	0,99	1,48	2,27
2.017	724	100,0%	724	150	0,8	1.981	0,50	1,00	1,50	2,31
2.018	738	100,0%	738	150	0,8	1.981	0,50	1,01	1,52	2,34
2.019	753	100,0%	753	150	0,8	1.981	0,50	1,02	1,54	2,38
2.020	768	100,0%	768	150	0,8	1.981	0,50	1,03	1,56	2,42
2.021	784	100,0%	784	150	0,8	1.981	0,50	1,04	1,58	2,46
2.022	799	100,0%	799	150	0,8	1.981	0,50	1,05	1,60	2,49
2.023	815	100,0%	815	150	0,8	1.981	0,50	1,06	1,63	2,53
<b>2.024</b>	<b>832</b>	<b>100,0%</b>	<b>832</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>1.981</b>	<b>0,50</b>	<b>1,07</b>	<b>1,65</b>	<b>2,58</b>
2.025	848	100,0%	848	150	0,8	1.981	0,50	1,08	1,67	2,62
2.026	865	100,0%	865	150	0,8	1.981	0,50	1,10	1,70	2,66
2.027	882	100,0%	882	150	0,8	1.981	0,50	1,11	1,72	2,70
2.028	900	100,0%	900	150	0,8	1.981	0,50	1,12	1,75	2,75
2.029	918	100,0%	918	150	0,8	1.981	0,50	1,13	1,77	2,79
2.030	936	100,0%	936	150	0,8	1.981	0,50	1,15	1,80	2,84
2.031	955	100,0%	955	150	0,8	1.981	0,50	1,16	1,82	2,88
2.032	974	100,0%	974	150	0,8	1.981	0,50	1,17	1,85	2,93
2.033	994	100,0%	994	150	0,8	1.981	0,50	1,19	1,88	2,98
<b>2.034</b>	<b>1.014</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.014</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>1.981</b>	<b>0,50</b>	<b>1,20</b>	<b>1,90</b>	<b>3,03</b>
<b>Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 01</b>								<b>1,20</b>	<b>1,90</b>	<b>3,03</b>

### 7.2.2 Sub-Bacia 2

Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q			C	L	I	Qmin
<b>2.015</b>	<b>2.667</b>	<b>100,0%</b>	<b>2.667</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>6.568</b>	<b>1,64</b>	<b>3,49</b>	<b>5,35</b>	<b>8,31</b>
2.016	2.721	100,0%	2.721	150	0,8	6.568	1,64	3,53	5,42	8,44
2.017	2.775	100,0%	2.775	150	0,8	6.568	1,64	3,57	5,50	8,58
2.018	2.831	100,0%	2.831	150	0,8	6.568	1,64	3,61	5,57	8,72
2.019	2.887	100,0%	2.887	150	0,8	6.568	1,64	3,65	5,65	8,86
2.020	2.945	100,0%	2.945	150	0,8	6.568	1,64	3,69	5,73	9,00
2.021	3.004	100,0%	3.004	150	0,8	6.568	1,64	3,73	5,81	9,15
2.022	3.064	100,0%	3.064	150	0,8	6.568	1,64	3,77	5,90	9,30
2.023	3.125	100,0%	3.125	150	0,8	6.568	1,64	3,81	5,98	9,45
<b>2.024</b>	<b>3.188</b>	<b>100,0%</b>	<b>3.188</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>6.568</b>	<b>1,64</b>	<b>3,86</b>	<b>6,07</b>	<b>9,61</b>
2.025	3.252	100,0%	3.252	150	0,8	6.568	1,64	3,90	6,16	9,77
2.026	3.317	100,0%	3.317	150	0,8	6.568	1,64	3,95	6,25	9,93
2.027	3.383	100,0%	3.383	150	0,8	6.568	1,64	3,99	6,34	10,10
2.028	3.451	100,0%	3.451	150	0,8	6.568	1,64	4,04	6,44	10,27
2.029	3.520	100,0%	3.520	150	0,8	6.568	1,64	4,09	6,53	10,44
2.030	3.590	100,0%	3.590	150	0,8	6.568	1,64	4,14	6,63	10,62
2.031	3.662	100,0%	3.662	150	0,8	6.568	1,64	4,19	6,73	10,80
2.032	3.735	100,0%	3.735	150	0,8	6.568	1,64	4,24	6,83	10,98
2.033	3.810	100,0%	3.810	150	0,8	6.568	1,64	4,29	6,93	11,17
<b>2.034</b>	<b>3.886</b>	<b>100,0%</b>	<b>3.886</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>6.568</b>	<b>1,64</b>	<b>4,34</b>	<b>7,04</b>	<b>11,36</b>
<b>Contribuição Pontual da Sub-Bacia 01</b>								<b>1,20</b>	<b>1,90</b>	<b>3,03</b>
<b>Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 02</b>								<b>5,54</b>	<b>8,94</b>	<b>14,39</b>

### 7.2.3 Sub-Bacia 3

Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q			I	Qmin	Qmed	Qmax
<b>2.015</b>	<b>1.167</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.167</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>786</b>	<b>0,20</b>	<b>1,01</b>	<b>1,82</b>	<b>3,11</b>
2.016	1.190	100,0%	1.190	150	0,8	786	0,20	1,02	1,85	3,17
2.017	1.214	100,0%	1.214	150	0,8	786	0,20	1,04	1,88	3,23
2.018	1.238	100,0%	1.238	150	0,8	786	0,20	1,06	1,92	3,29
2.019	1.263	100,0%	1.263	150	0,8	786	0,20	1,07	1,95	3,35
2.020	1.288	100,0%	1.288	150	0,8	786	0,20	1,09	1,99	3,42
2.021	1.314	100,0%	1.314	150	0,8	786	0,20	1,11	2,02	3,48
2.022	1.340	100,0%	1.340	150	0,8	786	0,20	1,13	2,06	3,55
2.023	1.367	100,0%	1.367	150	0,8	786	0,20	1,15	2,10	3,61
<b>2.024</b>	<b>1.395</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.395</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>786</b>	<b>0,20</b>	<b>1,17</b>	<b>2,13</b>	<b>3,68</b>
2.025	1.422	100,0%	1.422	150	0,8	786	0,20	1,18	2,17	3,75
2.026	1.451	100,0%	1.451	150	0,8	786	0,20	1,20	2,21	3,82
2.027	1.480	100,0%	1.480	150	0,8	786	0,20	1,22	2,25	3,90
2.028	1.509	100,0%	1.509	150	0,8	786	0,20	1,24	2,29	3,97
2.029	1.540	100,0%	1.540	150	0,8	786	0,20	1,27	2,34	4,05
2.030	1.570	100,0%	1.570	150	0,8	786	0,20	1,29	2,38	4,12
2.031	1.602	100,0%	1.602	150	0,8	786	0,20	1,31	2,42	4,20
2.032	1.634	100,0%	1.634	150	0,8	786	0,20	1,33	2,47	4,28
2.033	1.667	100,0%	1.667	150	0,8	786	0,20	1,35	2,51	4,36
<b>2.034</b>	<b>1.700</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.700</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>786</b>	<b>0,20</b>	<b>1,38</b>	<b>2,56</b>	<b>4,447</b>
<b>Contribuição Pontual da Sub-Bacia 02</b>								<b>5,54</b>	<b>8,94</b>	<b>14,39</b>
<b>Contribuição Pontual da Sub-Bacia 04</b>								<b>6,08</b>	<b>9,74</b>	<b>15,61</b>
<b>Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 03</b>								<b>13,00</b>	<b>21,24</b>	<b>34,44</b>

#### 7.2.4 Sub-Bacia 4

Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de	Vazão			
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima	
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	
	P'	A	P	q			C	L	I	Qmin	Qmed
<b>2.015</b>	<b>3.016</b>	<b>100,0%</b>	<b>3.016</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>8.462</b>	2,12	<b>4,21</b>	<b>6,30</b>	<b>9,66</b>	
2.016	3.076	100,0%	3.076	150	0,8	8.462	2,12	4,25	6,39	9,81	
2.017	3.138	100,0%	3.138	150	0,8	8.462	2,12	4,29	6,47	9,96	
2.018	3.201	100,0%	3.201	150	0,8	8.462	2,12	4,34	6,56	10,12	
2.019	3.265	100,0%	3.265	150	0,8	8.462	2,12	4,38	6,65	10,28	
2.020	3.330	100,0%	3.330	150	0,8	8.462	2,12	4,43	6,74	10,44	
2.021	3.396	100,0%	3.396	150	0,8	8.462	2,12	4,47	6,83	10,61	
2.022	3.465	100,0%	3.465	150	0,8	8.462	2,12	4,52	6,93	10,78	
2.023	3.534	100,0%	3.534	150	0,8	8.462	2,12	4,57	7,02	10,95	
<b>2.024</b>	<b>3.604</b>	<b>100,0%</b>	<b>3.604</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>8.462</b>	<b>2,12</b>	<b>4,62</b>	<b>7,12</b>	<b>11,13</b>	
2.025	3.676	100,0%	3.676	150	0,8	8.462	2,12	4,67	7,22	11,31	
2.026	3.750	100,0%	3.750	150	0,8	8.462	2,12	4,72	7,32	11,49	
2.027	3.825	100,0%	3.825	150	0,8	8.462	2,12	4,77	7,43	11,68	
2.028	3.901	100,0%	3.901	150	0,8	8.462	2,12	4,82	7,53	11,87	
2.029	3.979	100,0%	3.979	150	0,8	8.462	2,12	4,88	7,64	12,06	
2.030	4.059	100,0%	4.059	150	0,8	8.462	2,12	4,93	7,75	12,26	
2.031	4.140	100,0%	4.140	150	0,8	8.462	2,12	4,99	7,87	12,47	
2.032	4.223	100,0%	4.223	150	0,8	8.462	2,12	5,05	7,98	12,67	
2.033	4.307	100,0%	4.307	150	0,8	8.462	2,12	5,11	8,10	12,88	
<b>2.034</b>	<b>4.394</b>	<b>100,0%</b>	<b>4.394</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>8.462</b>	<b>2,12</b>	<b>5,17</b>	<b>8,218</b>	<b>13,100</b>	
<b>Contribuição Pontual da Sub-Bacia 05</b>									<b>0,91</b>	<b>1,52</b>	<b>2,51</b>
<b>Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 04</b>									<b>6,08</b>	<b>9,74</b>	<b>15,61</b>

### 7.2.5 Sub-Bacia 5

Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q			I	Qmin	Qmed	Qmax
<b>2.015</b>	<b>607</b>	<b>100,0%</b>	<b>607</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>1.193</b>	<b>0,30</b>	<b>0,72</b>	<b>1,14</b>	<b>1,82</b>
2.016	619	100,0%	619	150	0,8	1.193	0,30	0,73	1,16	1,85
2.017	631	100,0%	631	150	0,8	1.193	0,30	0,74	1,17	1,88
2.018	644	100,0%	644	150	0,8	1.193	0,30	0,75	1,19	1,91
2.019	657	100,0%	657	150	0,8	1.193	0,30	0,75	1,21	1,94
2.020	670	100,0%	670	150	0,8	1.193	0,30	0,76	1,23	1,97
2.021	683	100,0%	683	150	0,8	1.193	0,30	0,77	1,25	2,01
2.022	697	100,0%	697	150	0,8	1.193	0,30	0,78	1,27	2,04
2.023	711	100,0%	711	150	0,8	1.193	0,30	0,79	1,29	2,08
<b>2.024</b>	<b>724</b>	<b>100,0%</b>	<b>724</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>1.193</b>	<b>0,30</b>	<b>0,80</b>	<b>1,30</b>	<b>2,11</b>
2.025	740	100,0%	740	150	0,8	1.193	0,30	0,81	1,33	2,15
2.026	754	100,0%	754	150	0,8	1.193	0,30	0,82	1,35	2,18
2.027	769	100,0%	769	150	0,8	1.193	0,30	0,83	1,37	2,22
2.028	785	100,0%	785	150	0,8	1.193	0,30	0,84	1,39	2,26
2.029	800	100,0%	800	150	0,8	1.193	0,30	0,85	1,41	2,30
2.030	817	100,0%	817	150	0,8	1.193	0,30	0,87	1,43	2,34
2.031	833	100,0%	833	150	0,8	1.193	0,30	0,88	1,46	2,38
2.032	850	100,0%	850	150	0,8	1.193	0,30	0,89	1,48	2,42
2.033	866	100,0%	866	150	0,8	1.193	0,30	0,90	1,50	2,46
<b>2.034</b>	<b>883</b>	<b>100,0%</b>	<b>883</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>1.193</b>	<b>0,30</b>	<b>0,91</b>	<b>1,52</b>	<b>2,506</b>
<b>Vazões Totalizadas para Sub-Bacia 05</b>								<b>0,91</b>	<b>1,52</b>	<b>2,506</b>

## 7.2.6 Resumo Geral

Ano	População	Índice de	População	Contribuição	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de	Vazão		
	total	atendimento	atendida	per capita			infiltração	Minima	Média	Máxima
	(hab)	(%)	(hab)	(L/habxdia)			(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	P'	A	P	q			C	L	I	Qmin
<b>2.015</b>	<b>8.153</b>	<b>100,0%</b>	<b>8.153</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>18.989</b>	<b>4,75</b>	<b>10,41</b>	<b>16,07</b>	<b>25,13</b>
2.016	8.316	100,0%	8.316	150	0,8	18.989	4,75	10,52	16,30	25,54
2.017	8.482	100,0%	8.482	150	0,8	18.989	4,75	10,64	16,53	25,95
2.018	8.652	100,0%	8.652	150	0,8	18.989	4,75	10,76	16,76	26,38
2.019	8.825	100,0%	8.825	150	0,8	18.989	4,75	10,88	17,00	26,81
2.020	9.001	100,0%	9.001	150	0,8	18.989	4,75	11,00	17,25	27,25
2.021	9.181	100,0%	9.181	150	0,8	18.989	4,75	11,12	17,50	27,70
2.022	9.365	100,0%	9.365	150	0,8	18.989	4,75	11,25	17,75	28,16
2.023	9.552	100,0%	9.552	150	0,8	18.989	4,75	11,38	18,01	28,63
<b>2.024</b>	<b>9.743</b>	<b>100,0%</b>	<b>9.743</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>18.989</b>	<b>4,75</b>	<b>11,51</b>	<b>18,28</b>	<b>29,10</b>
2.025	9.938	100,0%	9.938	150	0,8	18.989	4,75	11,65	18,55	29,59
2.026	10.137	100,0%	10.137	150	0,8	18.989	4,75	11,79	18,83	30,09
2.027	10.339	100,0%	10.339	150	0,8	18.989	4,75	11,93	19,11	30,59
2.028	10.546	100,0%	10.546	150	0,8	18.989	4,75	12,07	19,39	31,11
2.029	10.757	100,0%	10.757	150	0,8	18.989	4,75	12,22	19,69	31,64
2.030	10.972	100,0%	10.972	150	0,8	18.989	4,75	12,37	19,99	32,18
2.031	11.192	100,0%	11.192	150	0,8	18.989	4,75	12,52	20,29	32,73
2.032	11.416	100,0%	11.416	150	0,8	18.989	4,75	12,68	20,60	33,29
2.033	11.644	100,0%	11.644	150	0,8	18.989	4,75	12,83	20,92	33,86
<b>2.034</b>	<b>11.877</b>	<b>100,0%</b>	<b>11.877</b>	<b>150</b>	<b>0,8</b>	<b>18.989</b>	<b>4,75</b>	<b>13,00</b>	<b>21,24</b>	<b>34,440</b>
<b>Vazões Totalizadas para ETE</b>								<b>13,00</b>	<b>21,24</b>	<b>34,44</b>

## 7.3 REDE COLETORA

### 7.3.1 Rede Coletora da Sub-bacia 1

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C1	1-1	1	80,64	0,98	0,079	0,000	0,000	0,079	150	0,0660	96,019	94,969	0,900	1,050	0,12	1,31	7,12	0,013
		2		1,53	0,124	0,000	0,000	0,124			90,696	89,646	0,900	1,050	0,12	1,31	1,97	0,013
	1-2	2	51,85	0,98	0,051	0,000	0,079	0,130	150	0,0153	90,696	89,646	0,900	1,050	0,18	0,70	2,46	0,013
		3		1,53	0,079	0,000	0,124	0,203			89,902	88,852	0,900	1,050	0,18	0,70	2,40	0,013
	1-3	3	37,27	0,98	0,037	0,000	0,237	0,273	150	0,0046	89,902	88,852	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		4		1,53	0,057	0,000	0,369	0,426			89,909	88,680	1,079	1,229	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-4	4	50,62	0,98	0,050	0,000	0,273	0,323	150	0,0046	89,909	88,680	1,079	1,229	0,25	0,43	1,00	0,013
		5		1,53	0,078	0,000	0,426	0,503			89,613	88,446	1,017	1,167	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-5	5	47,45	0,98	0,047	0,000	0,323	0,370	150	0,0212	89,613	88,446	1,017	1,167	0,16	0,80	3,12	0,013
		6		1,53	0,073	0,000	0,503	0,576			88,490	87,440	0,900	1,050	0,16	0,80	2,30	0,013
	1-6	6	55,00	0,98	0,054	0,000	0,370	0,424	150	0,0144	88,490	87,440	0,900	1,050	0,18	0,68	2,35	0,013
		7		1,53	0,084	0,000	0,576	0,660			87,700	86,650	0,900	1,050	0,18	0,68	2,42	0,013
1-7	7	72,09	0,98	0,071	0,000	0,511	0,582	150	0,0108	87,700	86,602	0,948	1,098	0,20	0,60	1,91	0,013	
	8		1,53	0,110	0,000	0,796	0,907			86,875	85,825	0,900	1,050	0,20	0,60	2,52	0,013	
1-8	8	37,30	0,98	0,037	0,000	0,808	0,845	150	0,0046	86,875	84,211	2,514	2,664	0,25	0,43	1,00	0,013	
	9		1,53	0,057	0,000	1,258	1,315			86,719	84,039	2,530	2,680	0,25	0,43	2,79	0,013	
1-9	9	59,43	0,98	0,058	0,000	1,266	1,325	150	0,0046	86,719	84,039	2,530	2,680	0,25	0,43	1,00	0,013	
	10		1,53	0,091	0,000	1,972	2,063			87,000	83,764	3,086	3,236	0,30	0,47	2,99	0,013	
1-10	10	60,84	0,98	0,060	0,000	1,465	1,525	150	0,0046	87,000	83,764	3,086	3,236	0,25	0,43	1,00	0,013	
	11		1,53	0,093	0,000	2,281	2,375			84,924	83,486	1,288	1,438	0,32	0,49	3,08	0,013	
1-11	11	8,49	0,98	0,008	0,000	1,938	1,947	150	0,0040	84,924	83,486	1,288	1,438	0,30	0,44	1,00	0,013	
	12		1,53	0,013	0,000	3,019	3,032			85,000	83,452	1,398	1,548	0,38	0,50	3,29	0,013	
C2	2-1	13	54,03	0,98	0,053	0,000	0,000	0,053	150	0,1110	99,000	97,950	0,900	1,050	0,10	1,62	10,43	0,013
		14		1,53	0,083	0,000	0,000	0,083			93,000	91,950	0,900	1,050	0,10	1,64	1,83	0,013
	2-2	14	54,04	0,98	0,053	0,000	0,053	0,106	150	0,0573	93,000	91,950	0,900	1,050	0,12	1,23	6,41	0,013

Col.	Trecho	PV Ini	PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
		3			1,53	0,083	0,000	0,083	0,166			89,902	88,852	0,900	1,050	0,12	1,24	2,00	0,013
C3	3-1	15	27,02		0,98	0,027	0,000	0,000	0,027	150	0,0046	88,060	87,010	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		16			1,53	0,041	0,000	0,000	0,041			88,806	86,886	1,770	1,920	0,25	0,43	2,79	0,013
	3-2	16	61,45		0,98	0,060	0,000	0,027	0,087	150	0,0046	88,806	86,886	1,770	1,920	0,25	0,43	1,00	0,013
		7			1,53	0,094	0,000	0,041	0,136			87,700	86,602	0,948	1,098	0,25	0,43	2,79	0,013
C4	4-1	17	36,07		0,98	0,035	0,000	0,000	0,035	150	0,0132	88,000	86,950	0,900	1,050	0,19	0,65	2,21	0,013
		18			1,53	0,055	0,000	0,000	0,055			87,523	86,473	0,900	1,050	0,19	0,66	2,45	0,013
	4-2	18	48,06		0,98	0,047	0,000	0,060	0,108	150	0,0135	87,523	86,473	0,900	1,050	0,19	0,66	2,24	0,013
		8			1,53	0,074	0,000	0,094	0,168			86,875	85,825	0,900	1,050	0,19	0,66	2,44	0,013
C5	5-1	19	25,21		0,98	0,025	0,000	0,000	0,025	150	0,0186	87,991	86,941	0,900	1,050	0,17	0,76	2,83	0,013
		18			1,53	0,039	0,000	0,000	0,039			87,523	86,473	0,900	1,050	0,17	0,76	2,34	0,013
C6	6-1	20	53,58		0,98	0,053	0,000	0,000	0,053	150	0,0267	87,000	85,950	0,900	1,050	0,15	0,88	3,71	0,013
		21			1,53	0,082	0,000	0,000	0,082			85,568	84,518	0,900	1,050	0,15	0,88	2,23	0,013
	6-2	21	66,56		0,98	0,065	0,000	0,053	0,118	150	0,0046	85,568	84,518	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		8			1,53	0,102	0,000	0,082	0,184			86,875	84,211	2,514	2,664	0,25	0,43	2,79	0,013
C7	7-1	22	61,82		0,98	0,061	0,000	0,000	0,061	150	0,0573	94,256	93,206	0,900	1,050	0,12	1,23	6,41	0,013
		23			1,53	0,095	0,000	0,000	0,095			90,714	89,664	0,900	1,050	0,12	1,24	2,00	0,013
	7-2	23	61,82		0,98	0,061	0,000	0,061	0,122	150	0,0295	90,714	89,664	0,900	1,050	0,15	0,92	3,99	0,013
		24			1,53	0,095	0,000	0,095	0,190			88,891	87,841	0,900	1,050	0,15	0,92	2,20	0,013
	7-3	24	79,49		0,98	0,078	0,000	0,122	0,200	150	0,0124	88,891	87,841	0,900	1,050	0,19	0,64	2,11	0,013
		25			1,53	0,122	0,000	0,190	0,311			87,906	86,856	0,900	1,050	0,19	0,64	2,47	0,013
	7-4	25	79,49		0,98	0,078	0,000	0,200	0,278	150	0,0149	87,906	86,856	0,900	1,050	0,18	0,69	2,42	0,013
		9			1,53	0,122	0,000	0,311	0,433			86,719	85,669	0,900	1,050	0,18	0,69	2,41	0,013
C8	8-1	26	53,00		0,98	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,1190	100,625	99,575	0,900	1,050	0,10	1,67	10,96	0,013
		27			1,53	0,081	0,000	0,000	0,081			94,317	93,267	0,900	1,050	0,10	1,69	1,81	0,013
	8-2	27	92,98		0,98	0,091	0,000	0,052	0,144	150	0,0817	94,317	93,267	0,900	1,050	0,11	1,42	8,34	0,013
		9			1,53	0,143	0,000	0,081	0,224			86,719	85,669	0,900	1,050	0,11	1,44	1,91	0,013
C9	9-1	28	70,94		0,98	0,070	0,000	0,000	0,070	150	0,0112	93,111	92,061	0,900	1,050	0,20	0,61	1,97	0,013
		29			1,53	0,109	0,000	0,000	0,109			92,313	91,263	0,900	1,050	0,20	0,61	2,51	0,013

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	9-2	29	71,33	0,98	0,070	0,000	0,070	0,140	150	0,0745	92,313	91,263	0,900	1,050	0,11	1,37	7,79	0,013
		10		1,53	0,109	0,000	0,109	0,218			87,000	85,950	0,900	1,050	0,11	1,38	1,94	0,013
C10	10-1	30	51,25	0,98	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,1363	100,077	99,027	0,900	1,050	0,09	1,78	12,05	0,013
		31		1,53	0,079	0,000	0,000	0,079			93,091	92,041	0,900	1,050	0,09	1,82	1,77	0,013
	10-2	31	62,91	0,98	0,062	0,000	0,050	0,112	150	0,0332	93,091	92,041	0,900	1,050	0,14	0,96	4,36	0,013
		32		1,53	0,096	0,000	0,079	0,175			91,000	89,950	0,900	1,050	0,14	0,97	2,17	0,013
	10-3	32	60,64	0,98	0,060	0,000	0,186	0,246	150	0,0046	91,000	89,603	1,247	1,397	0,25	0,43	1,00	0,013
		33		1,53	0,093	0,000	0,290	0,383			90,974	89,323	1,501	1,651	0,25	0,43	2,79	0,013
	10-4	33	89,96	0,98	0,089	0,000	0,325	0,414	150	0,0606	90,974	89,323	1,501	1,651	0,12	1,26	6,68	0,013
		11		1,53	0,138	0,000	0,506	0,644			84,924	83,874	0,900	1,050	0,12	1,27	1,99	0,013
C11	11-1	34	75,11	0,98	0,074	0,000	0,000	0,074	150	0,0046	91,000	89,950	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		32		1,53	0,115	0,000	0,000	0,115			91,000	89,603	1,247	1,397	0,25	0,43	2,79	0,013
C12	12-1	35	80,50	0,98	0,079	0,000	0,000	0,079	150	0,0046	90,932	89,882	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		33		1,53	0,123	0,000	0,000	0,123			90,974	89,510	1,314	1,464	0,25	0,43	2,79	0,013

### 7.3.2 Rede Coletora da Sub-bacia 2

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C1	1-1	1	55,11	1,10	0,060	0,000	0,000	0,060	150	0,0046	95,028	93,978	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		2		1,73	0,095	0,000	0,000	0,095			97,333	93,724	3,459	3,609	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-2	2	30,53	1,10	0,033	0,000	0,077	0,110	150	0,0583	97,333	93,724	3,459	3,609	0,12	1,24	6,49	0,013
		3		1,73	0,053	0,000	0,121	0,174			92,994	91,944	0,900	1,050	0,12	1,25	2,00	0,013
	1-3	3	46,26	1,10	0,051	0,000	0,110	0,161	150	0,0046	92,994	91,944	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		4		1,73	0,080	0,000	0,174	0,254			93,374	91,731	1,493	1,643	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-4	4	96,48	1,10	0,106	0,000	0,234	0,340	150	0,0046	93,374	89,627	3,597	3,747	0,25	0,43	1,00	0,013
		5		1,73	0,167	0,000	0,369	0,536			90,829	89,181	1,498	1,648	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-5	5	59,73	1,10	0,066	0,000	0,419	0,484	150	0,0046	90,829	89,181	1,498	1,648	0,25	0,43	1,00	0,013
		6		1,73	0,103	0,000	0,661	0,764			90,339	88,906	1,283	1,433	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-6	6	16,07	1,10	0,018	0,000	0,484	0,502	150	0,0046	90,339	88,906	1,283	1,433	0,25	0,43	1,00	0,013
		7		1,73	0,028	0,000	0,764	0,792			91,000	88,832	2,019	2,169	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-7	7	69,31	1,10	0,076	0,000	0,502	0,578	150	0,0046	91,000	88,832	2,019	2,169	0,25	0,43	1,00	0,013
		8		1,73	0,120	0,000	0,792	0,912			90,000	88,512	1,338	1,488	0,25	0,43	2,79	0,013
1-8	8	63,32	1,10	0,069	0,000	0,578	0,648	150	0,0124	90,000	88,512	1,338	1,488	0,19	0,64	2,11	0,013	
	9		1,73	0,110	0,000	0,912	1,022			88,776	87,726	0,900	1,050	0,19	0,64	2,47	0,013	
1-9	9	38,13	1,10	0,042	0,000	0,732	0,774	150	0,0046	88,776	87,024	1,602	1,752	0,25	0,43	1,00	0,013	
	10		1,73	0,066	0,000	1,155	1,221			89,020	86,848	2,022	2,172	0,25	0,43	2,79	0,013	
1-10	10	56,00	1,10	0,061	0,000	0,774	0,835	150	0,0046	89,020	86,848	2,022	2,172	0,25	0,43	1,00	0,013	
	11		1,73	0,097	0,000	1,221	1,318			89,000	86,589	2,261	2,411	0,25	0,43	2,79	0,013	
1-11	11	56,00	1,10	0,061	0,000	0,835	0,897	150	0,0046	89,000	86,589	2,261	2,411	0,25	0,43	1,00	0,013	
	12		1,73	0,097	0,000	1,318	1,415			88,940	86,331	2,459	2,609	0,25	0,43	2,79	0,013	
1-12	12	57,86	1,10	0,063	0,000	1,771	1,834	150	0,0041	88,940	86,331	2,459	2,609	0,29	0,44	1,00	0,013	
	13		1,73	0,100	0,000	2,794	2,894			88,378	86,091	2,136	2,286	0,36	0,50	3,25	0,013	
1-13	13	57,86	1,10	0,063	0,000	1,834	1,898	150	0,0041	88,378	86,091	2,136	2,286	0,29	0,44	1,00	0,013	
	14		1,73	0,100	0,000	2,894	2,994			87,477	85,857	1,470	1,620	0,37	0,50	3,28	0,013	
1-14	14	54,21	1,10	0,059	0,000	2,155	2,214	150	0,0067	87,477	85,857	1,470	1,620	0,27	0,58	1,55	0,013	

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
		15		1,73	0,094	0,000	3,400	3,493			86,542	85,492	0,900	1,050	0,34	0,65	3,17	0,013
	1-15	15	54,21	1,10	0,059	0,000	2,214	2,274	150	0,0100	86,542	85,492	0,900	1,050	0,24	0,69	2,09	0,013
		16		1,73	0,094	0,000	3,493	3,587			86,000	84,950	0,900	1,050	0,30	0,79	3,03	0,013
	1-16	16	55,21	1,10	0,061	0,000	2,910	2,970	150	0,0066	86,000	84,950	0,900	1,050	0,31	0,63	1,71	0,013
		17		1,73	0,096	0,000	4,591	4,686			85,636	84,586	0,900	1,050	0,40	0,71	3,36	0,013
	1-17	17	55,21	1,10	0,061	0,000	2,970	3,031	150	0,0033	85,636	84,586	0,900	1,050	0,39	0,47	1,03	0,013
		18		1,73	0,096	0,000	4,686	4,782			86,665	84,404	2,112	2,262	0,51	0,53	3,67	0,013
	1-18	18	25,41	1,10	0,028	0,000	3,188	3,216	150	0,0655	85,665	83,915	1,600	1,750	0,16	1,77	9,48	0,013
		19		1,73	0,044	0,000	5,029	5,073			84,000	82,250	1,600	1,750	0,20	2,02	2,52	0,013
	1-19	19	66,14	1,10	0,073	0,000	4,985	5,058	200	0,0026	84,000	80,184	3,616	3,816	0,36	0,49	1,02	0,013
		20		1,73	0,114	0,000	7,865	7,980			83,635	80,011	3,424	3,624	0,47	0,55	4,13	0,013
	1-20	20	61,05	1,10	0,067	0,000	5,245	5,312	200	0,0025	83,635	80,011	3,424	3,624	0,38	0,49	1,02	0,013
		21		1,73	0,106	0,000	8,275	8,380			83,000	79,856	2,944	3,144	0,49	0,55	4,18	0,013
	1-21	21	20,44	1,10	0,022	1,947	9,124	9,146	250	0,0020	83,000	79,806	2,944	3,194	0,39	0,51	1,01	0,013
		22		1,73	0,035	3,032	14,355	14,391			83,200	79,766	3,184	3,434	0,51	0,57	4,73	0,013
C2	2-1	23	14,67	1,10	0,016	0,000	0,000	0,016	150	0,0478	98,035	96,985	0,900	1,050	0,13	1,13	5,65	0,013
		2		1,73	0,025	0,000	0,000	0,025			97,333	96,283	0,900	1,050	0,13	1,14	2,06	0,013
C3	3-1	24	66,74	1,10	0,073	0,000	0,000	0,073	150	0,0046	90,985	89,935	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		4		1,73	0,115	0,000	0,000	0,115			93,374	89,627	3,597	3,747	0,25	0,43	2,79	0,013
C4	4-1	25	36,10	1,10	0,040	0,000	0,000	0,040	150	0,0214	91,681	90,631	0,900	1,050	0,16	0,80	3,15	0,013
		26		1,73	0,062	0,000	0,000	0,062			90,907	89,857	0,900	1,050	0,16	0,81	2,30	0,013
	4-2	26	36,10	1,10	0,040	0,000	0,040	0,079	150	0,0046	90,907	89,857	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		5		1,73	0,062	0,000	0,062	0,125			90,829	89,690	0,989	1,139	0,25	0,43	2,79	0,013
C5	5-1	27	77,17	1,10	0,085	0,000	0,000	0,085	150	0,0046	88,430	87,380	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		9		1,73	0,134	0,000	0,000	0,134			88,776	87,024	1,602	1,752	0,25	0,43	2,79	0,013
C6	6-1	28	50,19	1,10	0,055	0,000	0,000	0,055	150	0,0046	100,615	99,565	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		29		1,73	0,087	0,000	0,000	0,087			100,429	99,334	0,945	1,095	0,25	0,43	2,79	0,013
	6-2	29	50,63	1,10	0,056	0,000	0,055	0,111	150	0,0866	100,429	99,334	0,945	1,095	0,11	1,46	8,71	0,013
		30		1,73	0,088	0,000	0,087	0,174			96,000	94,950	0,900	1,050	0,11	1,47	1,90	0,013

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	6-3	30	54,03	1,10	0,059	0,000	0,199	0,258	150	0,0629	96,000	94,950	0,900	1,050	0,12	1,28	6,87	0,013
		31		1,73	0,093	0,000	0,314	0,407			92,600	91,550	0,900	1,050	0,12	1,29	1,98	0,013
	6-4	31	53,10	1,10	0,058	0,000	0,258	0,316	150	0,0513	92,600	91,550	0,900	1,050	0,13	1,17	5,93	0,013
		32		1,73	0,092	0,000	0,407	0,499			89,876	88,826	0,900	1,050	0,12	1,18	2,03	0,013
	6-5	32	62,05	1,10	0,068	0,000	0,427	0,495	150	0,0046	89,876	88,826	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		33		1,73	0,107	0,000	0,674	0,781			92,000	88,540	3,310	3,460	0,25	0,43	2,79	0,013
	6-6	33	90,60	1,10	0,099	0,000	0,603	0,703	150	0,0046	92,000	88,540	3,310	3,460	0,25	0,43	1,00	0,013
		34		1,73	0,157	0,000	0,952	1,109			90,000	88,122	1,728	1,878	0,25	0,43	2,79	0,013
	6-7	34	52,50	1,10	0,058	0,000	0,771	0,828	150	0,0046	90,000	88,122	1,728	1,878	0,25	0,43	1,00	0,013
		35		1,73	0,091	0,000	1,216	1,307			88,998	87,879	0,968	1,118	0,25	0,43	2,79	0,013
	6-8	35	41,47	1,10	0,045	0,000	0,828	0,874	150	0,0046	88,998	87,879	0,968	1,118	0,25	0,43	1,00	0,013
		12		1,73	0,072	0,000	1,307	1,379			88,940	87,688	1,102	1,252	0,25	0,43	2,79	0,013
C7	7-1	36	80,64	1,10	0,088	0,000	0,000	0,088	150	0,0251	98,020	96,970	0,900	1,050	0,16	0,86	3,54	0,013
		30		1,73	0,140	0,000	0,000	0,140			96,000	94,950	0,900	1,050	0,15	0,86	2,25	0,013
C8	8-1	37	56,24	1,10	0,062	0,000	0,000	0,062	150	0,0098	90,857	89,807	0,900	1,050	0,21	0,57	1,77	0,013
		38		1,73	0,097	0,000	0,000	0,097			90,308	89,258	0,900	1,050	0,21	0,57	2,56	0,013
	8-2	38	44,74	1,10	0,049	0,000	0,062	0,111	150	0,0096	90,308	89,258	0,900	1,050	0,21	0,57	1,76	0,013
		32		1,73	0,077	0,000	0,097	0,175			89,876	88,826	0,900	1,050	0,21	0,57	2,56	0,013
C9	9-1	39	98,46	1,10	0,108	0,000	0,000	0,108	150	0,0602	97,923	96,873	0,900	1,050	0,12	1,26	6,64	0,013
		33		1,73	0,170	0,000	0,000	0,170			92,000	90,950	0,900	1,050	0,12	1,27	1,99	0,013
C10	10-1	40	62,10	1,10	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0341	92,118	91,068	0,900	1,050	0,14	0,97	4,44	0,013
		34		1,73	0,107	0,000	0,000	0,107			90,000	88,950	0,900	1,050	0,14	0,98	2,16	0,013
C11	11-1	36	90,76	1,10	0,100	0,000	0,000	0,100	150	0,0761	98,020	96,970	0,900	1,050	0,11	1,38	7,91	0,013
		41		1,73	0,157	0,000	0,000	0,157			91,116	90,066	0,900	1,050	0,11	1,39	1,93	0,013
	11-2	41	51,32	1,10	0,056	0,000	0,154	0,211	150	0,0442	91,116	90,066	0,900	1,050	0,13	1,09	5,34	0,013
		42		1,73	0,089	0,000	0,243	0,332			88,850	87,800	0,900	1,050	0,13	1,10	2,08	0,013
	11-3	42	42,56	1,10	0,047	0,000	0,211	0,257	150	0,0323	88,850	87,800	0,900	1,050	0,14	0,95	4,27	0,013
		14		1,73	0,074	0,000	0,332	0,406			87,477	86,427	0,900	1,050	0,14	0,96	2,18	0,013
C12	12-1	40	49,95	1,10	0,055	0,000	0,000	0,055	150	0,0201	92,118	91,068	0,900	1,050	0,17	0,78	3,00	0,013

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
		41		1,73	0,086	0,000	0,000	0,086			91,116	90,066	0,900	1,050	0,16	0,79	2,32	0,013
C13	13-1	43	52,05	1,10	0,057	0,000	0,000	0,057	150	0,0328	98,019	96,969	0,900	1,050	0,14	0,96	4,32	0,013
		44		1,73	0,090	0,000	0,000	0,090			96,313	95,263	0,900	1,050	0,14	0,96	2,17	0,013
	13-2	44	52,05	1,10	0,057	0,000	0,057	0,114	150	0,0505	96,313	95,263	0,900	1,050	0,13	1,16	5,87	0,013
		45		1,73	0,090	0,000	0,090	0,180			93,682	92,632	0,900	1,050	0,13	1,17	2,04	0,013
	13-3	45	86,99	1,10	0,095	0,000	0,211	0,306	150	0,0629	93,682	92,632	0,900	1,050	0,12	1,28	6,87	0,013
		46		1,73	0,151	0,000	0,333	0,483			88,211	87,161	0,900	1,050	0,12	1,29	1,98	0,013
	13-4	46	52,35	1,10	0,057	0,000	0,529	0,586	150	0,0314	88,211	87,161	0,900	1,050	0,15	0,94	4,18	0,013
		47		1,73	0,091	0,000	0,834	0,925			86,569	85,519	0,900	1,050	0,15	0,94	2,19	0,013
	13-5	47	45,44	1,10	0,050	0,000	0,586	0,636	150	0,0125	86,569	85,519	0,900	1,050	0,19	0,64	2,13	0,013
		16		1,73	0,079	0,000	0,925	1,003			86,000	84,950	0,900	1,050	0,19	0,64	2,47	0,013
C14	14-1	48	88,25	1,10	0,097	0,000	0,000	0,097	150	0,0633	99,267	98,217	0,900	1,050	0,12	1,28	6,90	0,013
		45		1,73	0,153	0,000	0,000	0,153			93,682	92,632	0,900	1,050	0,12	1,29	1,98	0,013
C15	15-1	49	50,67	1,10	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0428	91,117	90,067	0,900	1,050	0,13	1,08	5,23	0,013
		50		1,73	0,088	0,000	0,000	0,088			88,949	87,899	0,900	1,050	0,13	1,09	2,09	0,013
	15-2	50	50,67	1,10	0,056	0,000	0,056	0,111	150	0,0146	88,949	87,899	0,900	1,050	0,18	0,68	2,37	0,013
		46		1,73	0,088	0,000	0,088	0,175			88,211	87,161	0,900	1,050	0,18	0,69	2,42	0,013
C16	16-1	51	50,73	1,10	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0306	90,891	89,841	0,900	1,050	0,15	0,93	4,11	0,013
		52		1,73	0,088	0,000	0,000	0,088			89,338	88,288	0,900	1,050	0,15	0,94	2,19	0,013
	16-2	52	50,72	1,10	0,056	0,000	0,056	0,111	150	0,0222	89,338	88,288	0,900	1,050	0,16	0,82	3,24	0,013
		46		1,73	0,088	0,000	0,088	0,176			88,211	87,161	0,900	1,050	0,16	0,82	2,29	0,013
C17	17-1	53	45,78	1,10	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0360	92,310	91,260	0,900	1,050	0,14	1,00	4,62	0,013
		54		1,73	0,079	0,000	0,000	0,079			90,662	89,612	0,900	1,050	0,14	1,00	2,14	0,013
	17-2	54	53,06	1,10	0,058	0,000	0,050	0,108	150	0,0690	90,662	89,612	0,900	1,050	0,11	1,33	7,36	0,013
		55		1,73	0,092	0,000	0,079	0,171			86,999	85,949	0,900	1,050	0,11	1,34	1,96	0,013
	17-3	55	44,16	1,10	0,048	0,000	0,108	0,157	150	0,0076	86,999	85,949	0,900	1,050	0,22	0,52	1,47	0,013
		18		1,73	0,076	0,000	0,171	0,247			86,665	85,615	0,900	1,050	0,22	0,52	2,64	0,013
C18	18-1	56	51,43	1,10	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0239	93,523	92,473	0,900	1,050	0,16	0,84	3,42	0,013
		57		1,73	0,089	0,000	0,000	0,089			92,293	91,243	0,900	1,050	0,16	0,84	2,27	0,013

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	18-2	57	51,43	1,10	0,056	0,000	0,056	0,113	150	0,0046	92,293	91,243	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		58		1,73	0,089	0,000	0,089	0,178			92,178	91,006	1,022	1,172	0,25	0,43	2,79	0,013
	18-3	58	88,93	1,10	0,098	0,000	0,159	0,257	150	0,0400	92,178	91,006	1,022	1,172	0,14	1,04	4,98	0,013
		59		1,73	0,154	0,000	0,252	0,405			88,498	87,448	0,900	1,050	0,13	1,05	2,11	0,013
	18-4	59	83,08	1,10	0,091	0,000	0,367	0,458	150	0,0046	88,498	87,448	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		60		1,73	0,144	0,000	0,578	0,722			90,006	87,064	2,792	2,942	0,25	0,43	2,79	0,013
	18-5	60	26,01	1,10	0,029	0,000	0,495	0,523	150	0,0046	90,006	87,064	2,792	2,942	0,25	0,43	1,00	0,013
		61		1,73	0,045	0,000	0,780	0,825			90,258	86,944	3,164	3,314	0,25	0,43	2,79	0,013
	18-6	61	90,81	1,10	0,100	0,000	0,523	0,623	150	0,0573	90,258	86,944	3,164	3,314	0,12	1,23	6,41	0,013
		62		1,73	0,157	0,000	0,825	0,982			82,788	81,738	0,900	1,050	0,12	1,24	2,00	0,013
	18-7	62	93,12	1,10	0,102	0,000	0,735	0,837	150	0,0046	82,788	81,738	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		63		1,73	0,161	0,000	1,160	1,321			82,996	81,309	1,537	1,687	0,25	0,43	2,79	0,013
	18-8	63	50,84	1,10	0,056	0,000	0,950	1,006	150	0,0046	82,996	81,309	1,537	1,687	0,25	0,43	1,00	0,013
		64		1,73	0,088	0,000	1,499	1,587			82,996	81,074	1,772	1,922	0,26	0,44	2,83	0,013
	18-9	64	66,17	1,10	0,073	0,000	1,006	1,078	150	0,0046	82,996	81,074	1,772	1,922	0,25	0,43	1,00	0,013
		65		1,73	0,114	0,000	1,587	1,701			84,933	80,769	4,015	4,165	0,27	0,45	2,87	0,013
	18-10	65	56,93	1,10	0,062	0,000	1,100	1,162	150	0,0046	84,933	80,769	4,015	4,165	0,25	0,43	1,00	0,013
		66		1,73	0,099	0,000	1,735	1,834			84,441	80,506	3,785	3,935	0,28	0,46	2,92	0,013
	18-11	66	58,92	1,10	0,065	0,000	1,162	1,227	150	0,0046	84,441	80,506	3,785	3,935	0,25	0,43	1,00	0,013
		19		1,73	0,102	0,000	1,834	1,936			84,000	80,234	3,616	3,766	0,29	0,46	2,95	0,013
C19	19-1	53	42,50	1,10	0,047	0,000	0,000	0,047	150	0,0046	92,310	91,260	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		58		1,73	0,074	0,000	0,000	0,074			92,178	91,063	0,964	1,114	0,25	0,43	2,79	0,013
C20	20-1	67	99,90	1,10	0,110	0,000	0,000	0,110	150	0,0994	98,429	97,379	0,900	1,050	0,10	1,54	9,63	0,013
		59		1,73	0,173	0,000	0,000	0,173			88,498	87,448	0,900	1,050	0,10	1,56	1,86	0,013
C21	21-1	68	33,62	1,10	0,037	0,000	0,000	0,037	150	0,0305	91,031	89,981	0,900	1,050	0,15	0,93	4,09	0,013
		60		1,73	0,058	0,000	0,000	0,058			90,006	88,956	0,900	1,050	0,15	0,93	2,19	0,013
C22	22-1	69	51,33	1,10	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,1004	91,933	90,883	0,900	1,050	0,10	1,55	9,70	0,013
		70		1,73	0,089	0,000	0,000	0,089			86,778	85,728	0,900	1,050	0,10	1,57	1,86	0,013
	22-2	70	51,34	1,10	0,056	0,000	0,056	0,113	150	0,0777	86,778	85,728	0,900	1,050	0,11	1,39	8,04	0,013

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
		62		1,73	0,089	0,000	0,089	0,178			82,788	81,738	0,900	1,050	0,11	1,41	1,92	0,013
C23	23-1	71	51,35	1,10	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0916	90,119	89,069	0,900	1,050	0,11	1,49	9,07	0,013
		72		1,73	0,089	0,000	0,000	0,089			85,417	84,367	0,900	1,050	0,11	1,51	1,88	0,013
	23-2	72	51,33	1,10	0,056	0,000	0,056	0,113	150	0,0472	85,417	84,367	0,900	1,050	0,13	1,13	5,60	0,013
		63		1,73	0,089	0,000	0,089	0,178			82,996	81,946	0,900	1,050	0,13	1,14	2,06	0,013
C24	24-1	73	19,81	1,10	0,022	0,000	0,000	0,022	150	0,0074	85,081	84,031	0,900	1,050	0,22	0,51	1,45	0,013
		65		1,73	0,034	0,000	0,000	0,034			84,933	83,883	0,900	1,050	0,22	0,51	2,65	0,013
C25	25-1	74	56,69	1,10	0,062	0,000	0,000	0,062	150	0,0046	88,035	86,985	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		75		1,73	0,098	0,000	0,000	0,098			87,998	86,724	1,124	1,274	0,25	0,43	2,79	0,013
	25-2	75	56,19	1,10	0,062	0,000	0,062	0,124	150	0,0046	87,998	86,724	1,124	1,274	0,25	0,43	1,00	0,013
		76		1,73	0,097	0,000	0,098	0,195			87,691	86,464	1,077	1,227	0,25	0,43	2,79	0,013
	25-3	76	60,89	1,10	0,067	0,000	0,124	0,191	150	0,0129	87,691	86,464	1,077	1,227	0,19	0,65	2,18	0,013
		77		1,73	0,105	0,000	0,195	0,301			86,727	85,677	0,900	1,050	0,19	0,65	2,46	0,013
	25-4	77	9,91	1,10	0,011	0,000	0,262	0,273	150	0,0638	86,727	85,649	0,928	1,078	0,12	1,29	6,94	0,013
		78		1,73	0,017	0,000	0,413	0,431			86,067	85,017	0,900	1,050	0,12	1,30	1,98	0,013
	25-5	78	69,18	1,10	0,076	0,000	0,345	0,421	150	0,0157	86,067	85,017	0,900	1,050	0,18	0,71	2,51	0,013
		79		1,73	0,120	0,000	0,544	0,664			84,977	83,927	0,900	1,050	0,18	0,71	2,39	0,013
	25-6	79	52,98	1,10	0,058	0,000	0,421	0,479	150	0,0051	84,977	83,927	0,900	1,050	0,24	0,45	1,08	0,013
		80		1,73	0,092	0,000	0,664	0,755			84,707	83,657	0,900	1,050	0,24	0,45	2,76	0,013
	25-7	80	58,29	1,10	0,064	0,000	0,479	0,543	150	0,0121	84,707	83,657	0,900	1,050	0,19	0,63	2,08	0,013
19			1,73	0,101	0,000	0,755	0,856			84,000	82,950	0,900	1,050	0,19	0,63	2,48	0,013	
C26	26-1	81	65,14	1,10	0,071	0,000	0,000	0,071	150	0,0046	87,000	85,950	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		77		1,73	0,113	0,000	0,000	0,113			86,727	85,649	0,928	1,078	0,25	0,43	2,79	0,013
C27	27-1	82	65,63	1,10	0,072	0,000	0,000	0,072	150	0,0159	87,110	86,060	0,900	1,050	0,18	0,71	2,53	0,013
		78		1,73	0,114	0,000	0,000	0,114			86,067	85,017	0,900	1,050	0,18	0,71	2,39	0,013
C28	28-1	83	54,96	1,10	0,060	0,000	0,000	0,060	150	0,0138	87,381	86,331	0,900	1,050	0,19	0,67	2,28	0,013
		84		1,73	0,095	0,000	0,000	0,095			86,625	85,575	0,900	1,050	0,18	0,67	2,44	0,013
	28-2	84	62,13	1,10	0,068	0,000	0,060	0,128	150	0,0373	86,625	85,575	0,900	1,050	0,14	1,01	4,74	0,013
		85		1,73	0,108	0,000	0,095	0,203			84,308	83,258	0,900	1,050	0,14	1,02	2,13	0,013

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	28-3	85	53,25	1,10	0,058	0,000	0,128	0,187	150	0,0126	84,308	83,258	0,900	1,050	0,19	0,64	2,14	0,013
		20		1,73	0,092	0,000	0,203	0,295			83,635	82,585	0,900	1,050	0,19	0,64	2,47	0,013
C29	29-1	74	69,50	1,10	0,076	0,000	0,000	0,076	150	0,0046	88,035	86,985	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		86		1,73	0,120	0,000	0,000	0,120			88,613	86,664	1,799	1,949	0,25	0,43	2,79	0,013
	29-2	86	69,49	1,10	0,076	0,000	0,076	0,152	150	0,0046	88,613	86,664	1,799	1,949	0,25	0,43	1,00	0,013
		87		1,73	0,120	0,000	0,120	0,240			87,978	86,344	1,484	1,634	0,25	0,43	2,79	0,013
	29-3	87	67,63	1,10	0,074	0,000	0,152	0,227	150	0,0046	87,978	86,344	1,484	1,634	0,25	0,43	1,00	0,013
		88		1,73	0,117	0,000	0,240	0,358			88,000	86,032	1,818	1,968	0,25	0,43	2,79	0,013
	29-4	88	59,32	1,10	0,065	0,000	0,227	0,292	150	0,0046	88,000	86,032	1,818	1,968	0,25	0,43	1,00	0,013
		89		1,73	0,103	0,000	0,358	0,460			87,043	85,758	1,135	1,285	0,25	0,43	2,79	0,013
	29-5	89	69,07	1,10	0,076	0,000	0,292	0,367	150	0,0046	87,043	85,758	1,135	1,285	0,25	0,43	1,00	0,013
		90		1,73	0,120	0,000	0,460	0,580			86,500	85,439	0,911	1,061	0,25	0,43	2,79	0,013
	29-6	90	69,07	1,10	0,076	0,000	0,367	0,443	150	0,0064	86,500	85,439	0,911	1,061	0,23	0,48	1,29	0,013
		91		1,73	0,120	0,000	0,580	0,699			86,049	84,999	0,900	1,050	0,23	0,48	2,70	0,013
	29-7	91	58,29	1,10	0,064	0,000	0,897	0,961	150	0,0066	86,049	84,835	1,065	1,215	0,23	0,49	1,32	0,013
		92		1,73	0,101	0,000	1,416	1,517			85,500	84,450	0,900	1,050	0,23	0,49	2,69	0,013
	29-8	92	59,55	1,10	0,065	0,000	0,961	1,027	150	0,0084	85,500	84,450	0,900	1,050	0,21	0,54	1,58	0,013
		93		1,73	0,103	0,000	1,517	1,620			85,000	83,950	0,900	1,050	0,22	0,55	2,65	0,013
	29-9	93	55,81	1,10	0,061	0,000	1,027	1,088	150	0,0046	85,000	83,950	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		94		1,73	0,097	0,000	1,620	1,716			86,000	83,692	2,158	2,308	0,27	0,45	2,88	0,013
	29-10	94	10,66	1,10	0,012	0,000	1,156	1,168	150	0,0046	86,000	83,692	2,158	2,308	0,25	0,43	1,00	0,013
		95		1,73	0,018	0,000	1,824	1,842			86,152	83,643	2,359	2,509	0,28	0,46	2,92	0,013
	29-11	95	61,88	1,10	0,068	0,000	1,236	1,304	150	0,0046	86,152	83,643	2,359	2,509	0,25	0,43	1,00	0,013
		96		1,73	0,107	0,000	1,950	2,057			86,000	83,358	2,493	2,643	0,30	0,47	2,99	0,013
	29-12	96	54,85	1,10	0,060	0,000	1,304	1,364	150	0,0097	86,000	83,358	2,493	2,643	0,20	0,59	1,74	0,013
		97		1,73	0,095	0,000	2,057	2,152			83,875	82,825	0,900	1,050	0,24	0,65	2,75	0,013
	29-13	97	60,89	1,10	0,067	0,000	1,364	1,431	150	0,0144	83,875	82,825	0,900	1,050	0,18	0,70	2,31	0,013
		21		1,73	0,105	0,000	2,152	2,258			83,000	81,950	0,900	1,050	0,22	0,79	2,63	0,013
C30	30-1	98	53,72	1,10	0,059	0,000	0,000	0,059	150	0,0058	87,000	85,950	0,900	1,050	0,24	0,47	1,19	0,013

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
		99		1,73	0,093	0,000	0,000	0,093			86,689	85,639	0,900	1,050	0,24	0,47	2,73	0,013
	30-2	99	54,47	1,10	0,060	0,000	0,059	0,119	150	0,0046	86,689	85,639	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		100		1,73	0,094	0,000	0,093	0,187			86,988	85,388	1,450	1,600	0,25	0,43	2,79	0,013
	30-3	100	57,43	1,10	0,063	0,000	0,119	0,182	150	0,0046	86,988	85,388	1,450	1,600	0,25	0,43	1,00	0,013
		101		1,73	0,099	0,000	0,187	0,287			87,000	85,123	1,727	1,877	0,25	0,43	2,79	0,013
	30-4	101	62,42	1,10	0,068	0,000	0,386	0,454	150	0,0046	87,000	85,123	1,727	1,877	0,25	0,43	1,00	0,013
		91		1,73	0,108	0,000	0,609	0,717			86,049	84,835	1,065	1,215	0,25	0,43	2,79	0,013
C31	31-1	102	65,29	1,10	0,072	0,000	0,000	0,072	150	0,0046	88,000	86,950	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		103		1,73	0,113	0,000	0,000	0,113			87,719	86,649	0,921	1,071	0,25	0,43	2,79	0,013
	31-2	103	65,28	1,10	0,072	0,000	0,072	0,143	150	0,0107	87,719	86,649	0,921	1,071	0,20	0,60	1,90	0,013
		101		1,73	0,113	0,000	0,113	0,226			87,000	85,950	0,900	1,050	0,20	0,60	2,53	0,013
C32	32-1	104	55,61	1,10	0,061	0,000	0,000	0,061	150	0,0180	88,000	86,950	0,900	1,050	0,17	0,75	2,76	0,013
		101		1,73	0,096	0,000	0,000	0,096			87,000	85,950	0,900	1,050	0,17	0,75	2,35	0,013
C33	33-1	81	62,04	1,10	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0161	87,000	85,950	0,900	1,050	0,18	0,71	2,55	0,013
		94		1,73	0,107	0,000	0,000	0,107			86,000	84,950	0,900	1,050	0,18	0,72	2,38	0,013
C34	34-1	82	62,42	1,10	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0153	87,110	86,060	0,900	1,050	0,18	0,70	2,46	0,013
		95		1,73	0,108	0,000	0,000	0,108			86,152	85,102	0,900	1,050	0,18	0,70	2,40	0,013
C35	35-1	105	64,68	1,10	0,071	0,000	0,000	0,071	150	0,0071	84,000	82,950	0,900	1,050	0,23	0,50	1,40	0,013
		106		1,73	0,112	0,000	0,000	0,112			83,541	82,491	0,900	1,050	0,23	0,50	2,66	0,013
	35-2	106	64,68	1,10	0,071	0,000	0,071	0,142	150	0,0081	83,541	82,491	0,900	1,050	0,22	0,53	1,54	0,013
		107		1,73	0,112	0,000	0,112	0,224			83,019	81,969	0,900	1,050	0,22	0,53	2,62	0,013
	35-3	107	63,15	1,10	0,069	0,000	0,216	0,285	150	0,0046	83,019	81,969	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		108		1,73	0,109	0,000	0,341	0,450			83,700	81,677	1,873	2,023	0,25	0,43	2,79	0,013
	35-4	108	68,02	1,10	0,075	0,000	0,285	0,360	150	0,0046	83,700	81,677	1,873	2,023	0,25	0,43	1,00	0,013
		109		1,73	0,118	0,000	0,450	0,568			83,500	81,363	1,987	2,137	0,25	0,43	2,79	0,013
	35-5	109	68,01	1,10	0,075	0,000	0,360	0,434	150	0,0046	83,500	81,363	1,987	2,137	0,25	0,43	1,00	0,013
		21		1,73	0,118	0,000	0,568	0,685			83,000	81,049	1,801	1,951	0,25	0,43	2,79	0,013
C36	36-1	73	67,62	1,10	0,074	0,000	0,000	0,074	150	0,0305	85,081	84,031	0,900	1,050	0,15	0,93	4,09	0,013
		107		1,73	0,117	0,000	0,000	0,117			83,019	81,969	0,900	1,050	0,15	0,93	2,19	0,013

### 7.3.3 Rede Coletora da Sub-bacia 3

Col.	5Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C1	1-1	1	44,42	3,35	0,149	0,000	0,000	0,149	150	0,0046	93,357	92,307	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		2		5,66	0,252	0,000	0,000	0,252			96,750	92,102	4,498	4,648	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-2	2	48,42	3,35	0,162	0,000	0,149	0,311	150	0,0046	96,750	92,102	4,498	4,648	0,25	0,43	1,00	0,013
		3		5,66	0,274	0,000	0,252	0,526			96,955	91,878	4,927	5,077	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-3	3	68,28	3,35	0,229	0,000	0,311	0,539	150	0,0154	96,955	91,878	4,927	5,077	0,18	0,70	2,47	0,013
		4		5,66	0,387	0,000	0,526	0,912			91,875	90,825	0,900	1,05	0,18	0,70	2,40	0,013
	1-4	4	69,51	3,35	0,233	0,000	0,539	0,772	150	0,0954	91,875	90,825	0,900	1,05	0,11	1,52	9,35	0,013
		5		5,66	0,394	0,000	0,912	1,306			85,245	84,195	0,900	1,05	0,10	1,53	1,87	0,013
	1-5	5	36,67	3,35	0,123	0,000	1,137	1,259	150	0,0132	85,245	84,195	0,900	1,05	0,18	0,67	2,17	0,013
		6		5,66	0,208	0,000	1,923	2,131			84,762	83,712	0,900	1,05	0,22	0,74	2,63	0,013
1-6	6	11,74	3,35	0,039	0,000	1,259	1,299	150	0,0412	84,762	83,212	1,400	1,55	0,13	1,10	4,97	0,013	
	7		5,66	0,067	0,000	2,131	2,197			84,278	82,728	1,400	1,55	0,16	1,24	2,26	0,013	
1-7	7	20,68	3,35	0,069	0,000	1,299	1,368	150	0,0046	84,278	82,728	1,400	1,55	0,25	0,43	1,00	0,013	
	8		5,66	0,117	0,000	2,197	2,314			84,938	82,633	2,155	2,305	0,31	0,49	3,06	0,013	
1-8	8	40,33	3,35	0,135	0,000	2,352	2,487	150	0,0037	84,938	82,633	2,155	2,305	0,34	0,46	1,04	0,013	
	9		5,66	0,228	0,000	3,978	4,207			84,000	82,483	1,367	1,517	0,46	0,53	3,54	0,013	
1-9	9	17,17	3,35	0,057	19,111	21,683	21,741	300	0,0013	84,000	82,111	1,589	1,889	0,54	0,55	0,99	0,013	
	10		5,66	0,097	30,001	34,353	34,450			83,700	82,089	1,311	1,611	0,76	0,59	5,66	0,013	
C2	2-1	11	55,12	3,35	0,185	0,000	0,000	0,185	150	0,0046	87,171	86,121	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		12		5,66	0,312	0,000	0,000	0,312			88,579	85,867	2,562	2,712	0,25	0,43	2,79	0,013
	2-2	12	53,78	3,35	0,180	0,000	0,185	0,365	150	0,0311	88,579	85,867	2,562	2,712	0,15	0,94	4,15	0,013
		5		5,66	0,305	0,000	0,312	0,617			85,245	84,195	0,900	1,05	0,15	0,94	2,19	0,013
C3	3-1	13	60,32	3,35	0,202	0,000	0,000	0,202	150	0,0046	92,000	90,950	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		14		5,66	0,342	0,000	0,000	0,342			93,169	90,672	2,347	2,497	0,25	0,43	2,79	0,013
	3-2	14	60,32	3,35	0,202	0,000	0,202	0,404	150	0,0046	93,169	90,672	2,347	2,497	0,25	0,43	1,00	0,013
		15		5,66	0,342	0,000	0,342	0,683			94,084	90,393	3,541	3,691	0,25	0,43	2,79	0,013
	3-3	15	68,30	3,35	0,229	0,000	0,404	0,632	150	0,0155	94,084	90,393	3,541	3,691	0,18	0,70	2,48	0,013
		16		5,66	0,387	0,000	0,683	1,070			90,385	89,335	0,900	1,05	0,18	0,71	2,40	0,013

Col.	5Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	3-4	16	54,40	3,35	0,182	0,000	0,632	0,815	150	0,0637	90,385	89,335	0,900	1,05	0,12	1,29	6,94	0,013
		17		5,66	0,308	0,000	1,070	1,378			86,917	85,867	0,900	1,05	0,12	1,30	1,98	0,013
	3-5	17	50,53	3,35	0,169	0,000	0,815	0,984	150	0,0392	86,917	85,867	0,900	1,05	0,14	1,04	4,88	0,013
		8		5,66	0,286	0,000	1,378	1,664			84,938	83,888	0,900	1,05	0,14	1,08	2,16	0,013
C4	4-1	18	25,57	3,35	0,086	0,000	0,000	0,086	150	0,0046	83,429	82,379	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		9		5,66	0,145	0,000	0,000	0,145			84,552	82,261	2,141	2,291	0,25	0,43	2,79	0,013

OBS: De acordo com a norma de rede coletora/emissário, solicita-se considerar a profundidade máxima dos PV's 4,5 m, mas salienta-se a possibilidade de existir profundidade superior, desde que seja viável a sua utilização. No caso em questão, terão alguns poucos trechos que apresentarão profundidade superior a 4,5 m, sendo trechos de aclave no terreno natural, viabilizando a execução desse trecho com profundidade maior, evitando um bombeamento. Por isso, foram mantidos esses trechos com profundidade superior a 4,5 m.

### 7.3.4 Rede Coletora da Sub-bacia 4

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C1	1-1	1	12,88	0,99	0,013	0,000	0,000	0,013	150	0,0046	90,000	88,950	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		2		1,55	0,020	0,000	0,000	0,020			90,941	88,891	1,900	2,05	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-2	2	11,96	0,99	0,012	0,000	0,030	0,042	150	0,0046	90,941	88,891	1,900	2,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		3		1,55	0,019	0,000	0,047	0,066			91,000	88,835	2,015	2,165	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-3	3	55,15	0,99	0,055	0,000	0,061	0,116	150	0,0046	91,000	88,835	2,015	2,165	0,25	0,43	1,00	0,013
		4		1,55	0,085	0,000	0,096	0,181			90,059	88,581	1,328	1,478	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-4	4	55,15	0,99	0,055	0,000	0,116	0,171	150	0,0201	90,059	88,581	1,328	1,478	0,17	0,78	3,01	0,013
		5		1,55	0,085	0,000	0,181	0,267			88,520	87,470	0,900	1,05	0,16	0,79	2,32	0,013
	1-5	5	35,37	0,99	0,035	0,000	0,260	0,295	150	0,0319	88,520	87,470	0,900	1,05	0,15	0,95	4,23	0,013
		6		1,55	0,055	0,000	0,406	0,460			87,391	86,341	0,900	1,05	0,14	0,95	2,18	0,013
	1-6	6	6,17	0,99	0,006	0,000	0,408	0,414	150	0,0046	87,391	86,038	1,203	1,353	0,25	0,43	1,00	0,013
		7		1,55	0,010	0,000	0,636	0,646			87,105	86,009	0,946	1,096	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-7	7	49,95	0,99	0,050	0,000	0,452	0,502	150	0,0263	87,105	85,691	1,265	1,415	0,15	0,87	3,67	0,013
		8		1,55	0,077	0,000	0,705	0,782			85,429	84,379	0,900	1,05	0,15	0,88	2,24	0,013
	1-8	8	77,00	0,99	0,076	0,000	1,073	1,150	150	0,0046	85,429	82,117	3,161	3,311	0,25	0,43	1,00	0,013
9		1,55		0,119	0,000	1,674	1,794	85,913			81,762	4,001	4,151	0,28	0,45	2,90	0,013	
1-9	9	80,45	0,99	0,080	0,000	1,150	1,230	150	0,0046	85,913	81,762	4,001	4,151	0,25	0,43	1,00	0,013	
	10		1,55	0,125	0,000	1,794	1,918			86,393	81,390	4,852	5,002	0,28	0,46	2,94	0,013	
1-10	10	85,67	0,99	0,085	0,000	1,974	2,060	150	0,0039	86,393	81,390	4,852	5,002	0,31	0,44	1,00	0,013	
	11		1,55	0,133	0,000	3,080	3,213			84,330	81,058	3,123	3,273	0,39	0,50	3,34	0,013	
1-11	11	74,83	0,99	0,074	0,000	2,127	2,201	150	0,0040	84,330	81,058	3,123	3,273	0,32	0,46	1,04	0,013	
	12		1,55	0,116	0,000	3,318	3,434			83,704	80,762	2,792	2,942	0,40	0,51	3,38	0,013	
1-12	12	82,25	0,99	0,082	0,000	3,488	3,570	150	0,0030	83,704	80,762	2,792	2,942	0,44	0,47	1,03	0,013	
	13		1,55	0,127	0,000	5,441	5,569			82,989	80,512	2,327	2,477	0,58	0,53	3,80	0,013	
1-13	13	16,62	0,99	0,017	0,000	4,873	4,889	200	0,0027	82,989	79,359	3,430	3,63	0,36	0,49	1,02	0,013	
	14		1,55	0,026	0,000	7,600	7,626			83,000	79,315	3,485	3,685	0,46	0,54	4,08	0,013	
1-14	14	67,30	0,99	0,067	0,000	5,017	5,084	200	0,0026	83,000	79,315	3,485	3,685	0,37	0,49	1,02	0,013	
	15		1,55	0,104	0,000	7,826	7,930			85,044	79,140	5,704	5,904	0,47	0,54	4,12	0,013	

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	1-15	15	30,55	0,99	0,030	0,000	5,084	5,114	200	0,0026	85,044	79,140	5,704	5,904	0,37	0,49	1,02	0,013
		16		1,55	0,047	0,000	7,930	7,977			84,000	79,061	4,739	4,939	0,47	0,54	4,13	0,013
	1-16	16	71,26	0,99	0,071	0,000	5,517	5,588	200	0,0025	84,000	79,061	4,739	4,939	0,39	0,49	1,02	0,013
		17		1,55	0,110	0,000	8,606	8,716			83,372	78,885	4,287	4,487	0,51	0,55	4,22	0,013
	1-17	17	8,88	0,99	0,009	1,565	9,956	9,965	250	0,0019	83,372	78,835	4,287	4,537	0,41	0,52	1,01	0,013
		18		1,55	0,014	2,508	15,596	15,610			83,600	78,818	4,532	4,782	0,54	0,57	4,82	0,013
C2	2-1	19	17,77	0,99	0,018	0,000	0,000	0,018	150	0,0046	90,980	89,930	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		2		1,55	0,028	0,000	0,000	0,028			90,941	89,848	0,942	1,092	0,25	0,43	2,79	0,013
C3	3-1	20	19,16	0,99	0,019	0,000	0,000	0,019	150	0,0046	90,111	89,061	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		3		1,55	0,030	0,000	0,000	0,030			91,000	88,972	1,878	2,028	0,25	0,43	2,79	0,013
C4	4-1	21	58,74	0,99	0,058	0,000	0,000	0,058	150	0,0150	90,505	89,455	0,900	1,05	0,18	0,69	2,42	0,013
		22		1,55	0,091	0,000	0,000	0,091			89,625	88,575	0,900	1,05	0,18	0,69	2,41	0,013
	4-2	22	31,03	0,99	0,031	0,000	0,058	0,089	150	0,0356	89,625	88,575	0,900	1,05	0,14	0,99	4,59	0,013
		5		1,55	0,048	0,000	0,091	0,139			88,520	87,470	0,900	1,05	0,14	1,00	2,15	0,013
C5	5-1	23	56,80	0,99	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0053	88,286	86,600	1,536	1,686	0,24	0,45	1,11	0,013
		24		1,55	0,088	0,000	0,000	0,088			88,014	86,300	1,564	1,714	0,24	0,45	2,75	0,013
	5-2	24	56,80	0,99	0,056	0,000	0,056	0,113	150	0,0046	88,014	86,300	1,564	1,714	0,25	0,43	1,00	0,013
		6		1,55	0,088	0,000	0,088	0,176			87,391	86,038	1,203	1,353	0,25	0,43	2,79	0,013
C6	6-1	25	38,16	0,99	0,038	0,000	0,000	0,038	150	0,0046	86,917	85,867	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		7		1,55	0,059	0,000	0,000	0,059			87,105	85,691	1,265	1,415	0,25	0,43	2,79	0,013
C7	7-1	26	43,22	0,99	0,043	0,000	0,000	0,043	150	0,0058	85,905	84,855	0,900	1,05	0,24	0,47	1,20	0,013
		27		1,55	0,067	0,000	0,000	0,067			85,654	84,604	0,900	1,05	0,24	0,47	2,72	0,013
	7-2	27	62,28	0,99	0,062	0,000	0,043	0,105	150	0,0105	85,654	84,604	0,900	1,05	0,20	0,59	1,87	0,013
		28		1,55	0,096	0,000	0,067	0,163			85,000	83,950	0,900	1,05	0,20	0,59	2,53	0,013
	7-3	28	49,71	0,99	0,049	0,000	0,197	0,246	150	0,0046	85,000	83,950	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		29		1,55	0,077	0,000	0,307	0,384			85,005	83,721	1,134	1,284	0,25	0,43	2,79	0,013
	7-4	29	23,44	0,99	0,023	0,000	0,246	0,269	150	0,0053	85,005	82,405	2,450	2,6	0,24	0,45	1,12	0,013
		30		1,55	0,036	0,000	0,384	0,420			85,140	82,280	2,710	2,86	0,24	0,45	2,75	0,013
	7-5	30	15,22	0,99	0,015	0,000	0,269	0,284	150	0,0046	85,140	82,280	2,710	2,86	0,25	0,43	1,00	0,013
		31		1,55	0,024	0,000	0,420	0,444			85,237	82,210	2,877	3,027	0,25	0,43	2,79	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	7-6	31	20,05	0,99	0,020	0,000	0,284	0,304	150	0,0046	85,237	82,210	2,877	3,027	0,25	0,43	1,00	0,013
		8		1,55	0,031	0,000	0,444	0,475			85,429	82,117	3,161	3,311	0,25	0,43	2,79	0,013
C8	8-1	32	92,55	0,99	0,092	0,000	0,000	0,092	150	0,0053	85,489	84,439	0,900	1,05	0,24	0,45	1,11	0,013
		28		1,55	0,143	0,000	0,000	0,143			85,000	83,950	0,900	1,05	0,24	0,45	2,75	0,013
C9	9-1	33	17,69	0,99	0,018	0,000	0,000	0,018	150	0,0085	86,000	84,150	1,700	1,85	0,21	0,54	1,60	0,013
		34		1,55	0,027	0,000	0,000	0,027			85,705	84,000	1,555	1,705	0,21	0,54	2,60	0,013
	9-2	34	47,68	0,99	0,047	0,000	0,018	0,065	150	0,0046	85,705	84,000	1,555	1,705	0,25	0,43	1,00	0,013
		35		1,55	0,074	0,000	0,027	0,101			85,838	83,780	1,908	2,058	0,25	0,43	2,79	0,013
	9-3	35	39,83	0,99	0,040	0,000	0,065	0,104	150	0,0046	85,838	83,780	1,908	2,058	0,25	0,43	1,00	0,013
		36		1,55	0,062	0,000	0,101	0,163			85,577	83,596	1,831	1,981	0,25	0,43	2,79	0,013
	9-4	36	33,93	0,99	0,034	0,000	0,167	0,201	150	0,0046	85,577	83,596	1,831	1,981	0,25	0,43	1,00	0,013
		37		1,55	0,053	0,000	0,261	0,314			85,694	83,439	2,104	2,254	0,25	0,43	2,79	0,013
	9-5	37	32,75	0,99	0,033	0,000	0,235	0,267	150	0,0046	85,694	83,439	2,104	2,254	0,25	0,43	1,00	0,013
		8		1,55	0,051	0,000	0,366	0,417			85,429	83,288	1,990	2,14	0,25	0,43	2,79	0,013
C10	10-1	38	63,44	0,99	0,063	0,000	0,000	0,063	150	0,0737	90,255	89,205	0,900	1,05	0,11	1,37	7,73	0,013
		36		1,55	0,098	0,000	0,000	0,098			85,577	84,527	0,900	1,05	0,11	1,38	1,94	0,013
C11	11-1	25	33,90	0,99	0,034	0,000	0,000	0,034	150	0,0361	86,917	85,867	0,900	1,05	0,14	1,00	4,63	0,013
		37		1,55	0,053	0,000	0,000	0,053			85,694	84,644	0,900	1,05	0,14	1,00	2,14	0,013
C12	12-1	39	75,46	0,99	0,075	0,000	0,000	0,075	150	0,0078	95,833	94,783	0,900	1,05	0,22	0,52	1,50	0,013
		40		1,55	0,117	0,000	0,000	0,117			95,243	94,193	0,900	1,05	0,22	0,52	2,63	0,013
	12-2	40	86,07	0,99	0,085	0,000	0,075	0,160	150	0,0492	95,243	94,193	0,900	1,05	0,13	1,15	5,77	0,013
		41		1,55	0,133	0,000	0,117	0,250			91,007	89,957	0,900	1,05	0,13	1,16	2,05	0,013
	12-3	41	63,80	0,99	0,063	0,000	0,183	0,246	150	0,0046	91,007	88,886	1,971	2,121	0,25	0,43	1,00	0,013
		42		1,55	0,099	0,000	0,285	0,384			89,723	88,591	0,982	1,132	0,25	0,43	2,79	0,013
	12-4	42	62,06	0,99	0,062	0,000	0,323	0,385	150	0,0218	89,723	88,591	0,982	1,132	0,16	0,81	3,19	0,013
		43		1,55	0,096	0,000	0,504	0,600			88,289	87,239	0,900	1,05	0,16	0,81	2,29	0,013
	12-5	43	53,10	0,99	0,053	0,000	0,385	0,437	150	0,0193	88,289	87,239	0,900	1,05	0,17	0,77	2,92	0,013
		44		1,55	0,082	0,000	0,600	0,682			87,263	86,213	0,900	1,05	0,17	0,77	2,33	0,013
	12-6	44	52,89	0,99	0,053	0,000	0,437	0,490	150	0,0165	87,263	86,213	0,900	1,05	0,18	0,72	2,59	0,013
		10		1,55	0,082	0,000	0,682	0,764			86,393	85,343	0,900	1,05	0,17	0,73	2,38	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C13	13-1	45	22,25	0,99	0,022	0,000	0,000	0,022	150	0,0046	90,038	88,988	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		41		1,55	0,034	0,000	0,000	0,034			91,007	88,886	1,971	2,121	0,25	0,43	2,79	0,013
C14	14-1	46	77,70	0,99	0,077	0,000	0,000	0,077	150	0,0209	91,348	90,298	0,900	1,05	0,16	0,80	3,09	0,013
		42		1,55	0,120	0,000	0,000	0,120			89,723	88,673	0,900	1,05	0,16	0,80	2,30	0,013
C15	15-1	47	68,43	0,99	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0134	88,437	87,387	0,900	1,05	0,19	0,66	2,23	0,013
		48		1,55	0,106	0,000	0,000	0,106			87,523	86,473	0,900	1,05	0,19	0,66	2,45	0,013
	15-2	48	31,73	0,99	0,032	0,000	0,068	0,099	150	0,0046	87,523	86,473	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		49		1,55	0,049	0,000	0,106	0,155			88,067	86,326	1,590	1,74	0,25	0,43	2,79	0,013
	15-3	49	89,94	0,99	0,089	0,000	0,165	0,255	150	0,0109	88,067	86,326	1,590	1,74	0,20	0,60	1,93	0,013
		10		1,55	0,139	0,000	0,258	0,397			86,393	85,343	0,900	1,05	0,20	0,60	2,52	0,013
C16	16-1	50	66,28	0,99	0,066	0,000	0,000	0,066	150	0,0097	88,712	87,662	0,900	1,05	0,21	0,57	1,77	0,013
		49		1,55	0,103	0,000	0,000	0,103			88,067	87,017	0,900	1,05	0,21	0,57	2,56	0,013
C17	17-1	51	67,89	0,99	0,067	0,000	0,000	0,067	150	0,0568	88,189	87,139	0,900	1,05	0,12	1,23	6,38	0,013
		11		1,55	0,105	0,000	0,000	0,105			84,330	83,280	0,900	1,05	0,12	1,24	2,01	0,013
C18	18-1	52	57,53	0,99	0,057	0,000	0,000	0,057	150	0,0331	94,333	93,283	0,900	1,05	0,14	0,96	4,35	0,013
		53		1,55	0,089	0,000	0,000	0,089			92,429	91,379	0,900	1,05	0,14	0,97	2,17	0,013
	18-2	53	63,42	0,99	0,063	0,000	0,057	0,120	150	0,0165	92,429	91,379	0,900	1,05	0,18	0,72	2,59	0,013
		54		1,55	0,098	0,000	0,089	0,187			91,385	90,335	0,900	1,05	0,17	0,73	2,38	0,013
	18-3	54	5,57	0,99	0,006	0,000	0,167	0,173	150	0,0188	91,385	90,335	0,900	1,05	0,17	0,76	2,85	0,013
		55		1,55	0,009	0,000	0,261	0,269			91,280	90,230	0,900	1,05	0,17	0,77	2,34	0,013
	18-4	55	51,25	0,99	0,051	0,000	0,173	0,224	150	0,0631	91,280	90,230	0,900	1,05	0,12	1,28	6,88	0,013
		56		1,55	0,079	0,000	0,269	0,349			88,048	86,998	0,900	1,05	0,12	1,29	1,98	0,013
	18-5	56	87,38	0,99	0,087	0,000	0,402	0,489	150	0,0300	88,048	86,908	0,989	1,139	0,15	0,92	4,05	0,013
		57		1,55	0,135	0,000	0,627	0,762			85,333	84,283	0,900	1,05	0,15	0,93	2,20	0,013
	18-6	57	69,95	0,99	0,069	0,000	0,581	0,651	150	0,0046	85,333	84,283	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		58		1,55	0,108	0,000	0,906	1,015			85,296	83,960	1,186	1,336	0,25	0,43	2,79	0,013
	18-7	58	80,24	0,99	0,080	0,000	1,141	1,221	150	0,0163	85,296	83,960	1,186	1,336	0,17	0,73	2,55	0,013
12			1,55	0,124	0,000	1,780	1,904			83,704	82,654	0,900	1,05	0,20	0,78	2,50	0,013	
C19	19-1	59	47,36	0,99	0,047	0,000	0,000	0,047	150	0,0763	95,000	93,950	0,900	1,05	0,11	1,38	7,93	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
		54		1,55	0,073	0,000	0,000	0,073			91,385	90,335	0,900	1,05	0,11	1,39	1,93	0,013
C20	20-1	60	50,80	0,99	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0053	88,857	87,807	0,900	1,05	0,24	0,45	1,11	0,013
		61		1,55	0,079	0,000	0,000	0,079			88,588	87,538	0,900	1,05	0,24	0,45	2,75	0,013
	20-2	61	50,79	0,99	0,050	0,000	0,050	0,101	150	0,0106	88,588	87,538	0,900	1,05	0,20	0,60	1,89	0,013
		56		1,55	0,079	0,000	0,079	0,157			88,048	86,998	0,900	1,05	0,20	0,60	2,53	0,013
C21	21-1	62	77,74	0,99	0,077	0,000	0,000	0,077	150	0,0046	88,317	87,267	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		56		1,55	0,120	0,000	0,000	0,120			88,048	86,908	0,989	1,139	0,25	0,43	2,79	0,013
C22	22-1	63	93,23	0,99	0,093	0,000	0,000	0,093	150	0,0049	85,794	84,744	0,900	1,05	0,25	0,44	1,05	0,013
		57		1,55	0,144	0,000	0,000	0,144			85,333	84,283	0,900	1,05	0,25	0,44	2,77	0,013
C23	23-1	64	49,92	0,99	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0351	96,933	95,883	0,900	1,05	0,14	0,98	4,54	0,013
		65		1,55	0,077	0,000	0,000	0,077			95,182	94,132	0,900	1,05	0,14	0,99	2,15	0,013
	23-2	65	49,75	0,99	0,049	0,000	0,050	0,099	150	0,1156	95,182	94,132	0,900	1,05	0,10	1,65	10,74	0,013
		66		1,55	0,077	0,000	0,077	0,154			89,429	88,379	0,900	1,05	0,10	1,67	1,82	0,013
	23-3	66	39,72	0,99	0,039	0,000	0,188	0,228	150	0,0046	89,429	87,201	2,077	2,227	0,25	0,43	1,00	0,013
		67		1,55	0,062	0,000	0,294	0,355			88,929	87,018	1,761	1,911	0,25	0,43	2,79	0,013
	23-4	67	73,31	0,99	0,073	0,000	0,297	0,370	150	0,0378	88,929	87,018	1,761	1,911	0,14	1,02	4,79	0,013
		58		1,55	0,114	0,000	0,463	0,576			85,296	84,246	0,900	1,05	0,14	1,03	2,13	0,013
C24	24-1	68	35,13	0,99	0,035	0,000	0,000	0,035	150	0,0046	88,667	87,617	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		69		1,55	0,054	0,000	0,000	0,054			88,688	87,455	1,083	1,233	0,25	0,43	2,79	0,013
	24-2	69	54,88	0,99	0,055	0,000	0,035	0,089	150	0,0046	88,688	87,455	1,083	1,233	0,25	0,43	1,00	0,013
		66		1,55	0,085	0,000	0,054	0,139			89,429	87,201	2,077	2,227	0,25	0,43	2,79	0,013
C25	25-1	70	18,85	0,99	0,019	0,000	0,000	0,019	150	0,0331	95,290	94,240	0,900	1,05	0,14	0,96	4,35	0,013
		71		1,55	0,029	0,000	0,000	0,029			94,667	93,617	0,900	1,05	0,14	0,97	2,17	0,013
	25-2	71	50,50	0,99	0,050	0,000	0,019	0,069	150	0,1136	94,667	93,617	0,900	1,05	0,10	1,64	10,60	0,013
		67		1,55	0,078	0,000	0,029	0,107			88,929	87,879	0,900	1,05	0,10	1,66	1,83	0,013
C26	26-1	72	62,36	0,99	0,062	0,000	0,000	0,062	150	0,0046	86,217	85,167	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		73		1,55	0,097	0,000	0,000	0,097			85,929	84,879	0,900	1,05	0,25	0,43	2,79	0,013
	26-2	73	59,40	0,99	0,059	0,000	0,062	0,121	150	0,0106	85,929	84,879	0,900	1,05	0,20	0,60	1,89	0,013
		58		1,55	0,092	0,000	0,097	0,189			85,296	84,246	0,900	1,05	0,20	0,60	2,53	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C27	27-1	74	66,78	0,99	0,066	0,000	0,000	0,066	150	0,0441	86,646	85,596	0,900	1,05	0,13	1,09	5,34	0,013
		12		1,55	0,103	0,000	0,000	0,103			83,704	82,654	0,900	1,05	0,13	1,10	2,08	0,013
C28	28-1	75	29,92	0,99	0,030	0,000	0,000	0,030	150	0,0046	88,028	86,978	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		76		1,55	0,046	0,000	0,000	0,046			88,315	86,840	1,325	1,475	0,25	0,43	2,79	0,013
	28-2	76	46,31	0,99	0,046	0,000	0,030	0,076	150	0,0046	88,315	86,840	1,325	1,475	0,25	0,43	1,00	0,013
		77		1,55	0,072	0,000	0,046	0,118			88,452	86,626	1,677	1,827	0,25	0,43	2,79	0,013
	28-3	77	62,53	0,99	0,062	0,000	0,076	0,138	150	0,0130	88,452	86,626	1,677	1,827	0,19	0,65	2,19	0,013
		78		1,55	0,097	0,000	0,118	0,215			86,863	85,813	0,900	1,05	0,19	0,65	2,46	0,013
	28-4	78	29,99	0,99	0,030	0,000	0,225	0,254	150	0,0220	86,863	85,813	0,900	1,05	0,16	0,81	3,21	0,013
		79		1,55	0,046	0,000	0,350	0,397			86,205	85,155	0,900	1,05	0,16	0,82	2,29	0,013
	28-5	79	70,06	0,99	0,070	0,000	0,587	0,656	150	0,0046	86,205	80,922	5,133	5,283	0,25	0,43	1,00	0,013
		80		1,55	0,109	0,000	0,915	1,024			83,893	80,598	3,144	3,294	0,25	0,43	2,79	0,013
	28-6	80	81,81	0,99	0,081	0,000	0,747	0,828	150	0,0046	83,893	80,598	3,144	3,294	0,25	0,43	1,00	0,013
		81		1,55	0,127	0,000	1,164	1,291			83,800	80,221	3,429	3,579	0,25	0,43	2,79	0,013
	28-7	81	73,59	0,99	0,073	0,000	0,896	0,969	150	0,0046	83,800	80,221	3,429	3,579	0,25	0,43	1,00	0,013
82			1,55	0,114	0,000	1,397	1,511			83,741	79,881	3,710	3,86	0,25	0,43	2,80	0,013	
28-8	82	26,37	0,99	0,026	0,000	0,969	0,995	150	0,0046	83,741	79,881	3,710	3,86	0,25	0,43	1,00	0,013	
	83		1,55	0,041	0,000	1,511	1,552			82,838	79,759	2,929	3,079	0,26	0,44	2,81	0,013	
28-9	83	75,88	0,99	0,075	0,000	1,227	1,302	150	0,0046	82,838	79,759	2,929	3,079	0,25	0,43	1,00	0,013	
	13		1,55	0,118	0,000	1,914	2,031			82,989	79,409	3,430	3,58	0,29	0,47	2,98	0,013	
C29	29-1	84	87,28	0,99	0,087	0,000	0,000	0,087	150	0,0158	88,246	87,196	0,900	1,05	0,18	0,71	2,52	0,013
		78		1,55	0,135	0,000	0,000	0,135			86,863	85,813	0,900	1,05	0,18	0,71	2,39	0,013
C30	30-1	85	45,09	0,99	0,045	0,000	0,000	0,045	150	0,0288	85,500	84,450	0,900	1,05	0,15	0,91	3,93	0,013
		86		1,55	0,070	0,000	0,000	0,070			84,200	83,150	0,900	1,05	0,15	0,91	2,21	0,013
	30-2	86	57,62	0,99	0,057	0,000	0,082	0,139	150	0,0046	84,200	81,912	2,138	2,288	0,25	0,43	1,00	0,013
		87		1,55	0,089	0,000	0,127	0,216			84,686	81,646	2,891	3,041	0,25	0,43	2,79	0,013
	30-3	87	73,27	0,99	0,073	0,000	0,177	0,250	150	0,0046	84,686	81,646	2,891	3,041	0,25	0,43	1,00	0,013
		88		1,55	0,114	0,000	0,276	0,389			84,107	81,307	2,650	2,8	0,25	0,43	2,79	0,013
	30-4	88	83,54	0,99	0,083	0,000	0,250	0,332	150	0,0046	84,107	81,307	2,650	2,8	0,25	0,43	1,00	0,013
		79		1,55	0,129	0,000	0,389	0,519			86,205	80,922	5,133	5,283	0,25	0,43	2,79	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C31	31-1	89	37,02	0,99	0,037	0,000	0,000	0,037	150	0,0046	83,133	82,083	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		86		1,55	0,057	0,000	0,000	0,057			84,200	81,912	2,138	2,288	0,25	0,43	2,79	0,013
C32	32-1	90	38,21	0,99	0,038	0,000	0,000	0,038	150	0,0160	85,297	84,247	0,900	1,05	0,18	0,71	2,54	0,013
		87		1,55	0,059	0,000	0,000	0,059			84,686	83,636	0,900	1,05	0,18	0,72	2,39	0,013
C33	33-1	91	90,78	0,99	0,090	0,000	0,000	0,090	150	0,0443	87,915	86,865	0,900	1,05	0,13	1,09	5,36	0,013
		80		1,55	0,141	0,000	0,000	0,141			83,893	82,843	0,900	1,05	0,13	1,10	2,08	0,013
C34	34-1	92	68,58	0,99	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0181	85,038	83,988	0,900	1,05	0,17	0,75	2,77	0,013
		81		1,55	0,106	0,000	0,000	0,106			83,800	82,750	0,900	1,05	0,17	0,75	2,35	0,013
C35	35-1	93	49,30	0,99	0,049	0,000	0,000	0,049	150	0,0046	87,958	86,908	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		94		1,55	0,076	0,000	0,000	0,076			88,000	86,681	1,169	1,319	0,25	0,43	2,79	0,013
	35-2	94	33,08	0,99	0,033	0,000	0,049	0,082	150	0,0046	88,000	86,681	1,169	1,319	0,25	0,43	1,00	0,013
		95		1,55	0,051	0,000	0,076	0,128			88,252	86,528	1,574	1,724	0,25	0,43	2,79	0,013
	35-3	95	73,21	0,99	0,073	0,000	0,082	0,155	150	0,0046	88,252	86,528	1,574	1,724	0,25	0,43	1,00	0,013
		96		1,55	0,113	0,000	0,128	0,241			87,484	86,190	1,144	1,294	0,25	0,43	2,79	0,013
	35-4	96	77,76	0,99	0,077	0,000	0,155	0,232	150	0,0566	87,484	86,190	1,144	1,294	0,12	1,23	6,36	0,013
		83		1,55	0,120	0,000	0,241	0,362			82,838	81,788	0,900	1,05	0,12	1,23	2,01	0,013
C36	36-1	97	60,55	0,99	0,060	0,000	0,000	0,060	150	0,0321	85,933	84,883	0,900	1,05	0,14	0,95	4,25	0,013
		98		1,55	0,094	0,000	0,000	0,094			83,988	82,938	0,900	1,05	0,14	0,95	2,18	0,013
	36-2	98	68,31	0,99	0,068	0,000	0,060	0,128	150	0,0145	83,988	82,938	0,900	1,05	0,18	0,68	2,36	0,013
		14		1,55	0,106	0,000	0,094	0,200			83,000	81,950	0,900	1,05	0,18	0,68	2,42	0,013
C37	37-1	99	58,41	0,99	0,058	0,000	0,000	0,058	150	0,0397	85,091	84,041	0,900	1,05	0,14	1,04	4,96	0,013
		100		1,55	0,090	0,000	0,000	0,090			82,770	81,720	0,900	1,05	0,14	1,05	2,11	0,013
	37-2	100	15,74	0,99	0,016	0,000	0,109	0,125	150	0,0046	82,770	81,720	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		101		1,55	0,024	0,000	0,170	0,194			83,000	81,647	1,203	1,353	0,25	0,43	2,79	0,013
	37-3	101	28,43	0,99	0,028	0,000	0,168	0,197	150	0,0152	83,000	81,647	1,203	1,353	0,18	0,70	2,45	0,013
		102		1,55	0,044	0,000	0,263	0,307			82,264	81,214	0,900	1,05	0,18	0,70	2,40	0,013
	37-4	102	38,29	0,99	0,038	0,000	0,232	0,270	150	0,0052	82,264	81,000	1,114	1,264	0,24	0,45	1,10	0,013
		103		1,55	0,059	0,000	0,362	0,422			82,155	80,800	1,205	1,355	0,24	0,45	2,76	0,013
	37-5	103	38,29	0,99	0,038	0,000	0,270	0,308	150	0,0046	82,155	80,800	1,205	1,355	0,25	0,43	1,00	0,013
		104		1,55	0,059	0,000	0,422	0,481			82,904	80,623	2,131	2,281	0,25	0,43	2,79	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	37-6	104	42,51	0,99	0,042	0,000	0,308	0,351	150	0,0046	82,904	80,623	2,131	2,281	0,25	0,43	1,00	0,013
		105		1,55	0,066	0,000	0,481	0,547			83,848	80,427	3,271	3,421	0,25	0,43	2,79	0,013
	37-7	105	42,52	0,99	0,042	0,000	0,351	0,393	150	0,0046	83,848	80,427	3,271	3,421	0,25	0,43	1,00	0,013
		106		1,55	0,066	0,000	0,547	0,613			83,917	80,231	3,536	3,686	0,25	0,43	2,79	0,013
	37-8	106	10,29	0,99	0,010	0,000	0,393	0,403	150	0,0046	83,917	80,231	3,536	3,686	0,25	0,43	1,00	0,013
		16		1,55	0,016	0,000	0,613	0,629			84,000	80,183	3,667	3,817	0,25	0,43	2,79	0,013
C38	38-1	107	51,23	0,99	0,051	0,000	0,000	0,051	150	0,0333	84,475	83,425	0,900	1,05	0,14	0,96	4,36	0,013
		100		1,55	0,079	0,000	0,000	0,079			82,770	81,720	0,900	1,05	0,14	0,97	2,17	0,013
C39	39-1	108	44,19	0,99	0,044	0,000	0,000	0,044	150	0,0065	83,288	82,238	0,900	1,05	0,23	0,49	1,31	0,013
		101		1,55	0,068	0,000	0,000	0,068			83,000	81,950	0,900	1,05	0,23	0,49	2,69	0,013
C40	40-1	109	35,98	0,99	0,036	0,000	0,000	0,036	150	0,0179	82,909	81,859	0,900	1,05	0,17	0,75	2,76	0,013
		102		1,55	0,056	0,000	0,000	0,056			82,264	81,214	0,900	1,05	0,17	0,75	2,35	0,013
C41	41-1	110	47,44	0,99	0,047	0,000	0,000	0,047	150	0,0096	91,429	90,379	0,900	1,05	0,21	0,57	1,76	0,013
		111		1,55	0,074	0,000	0,000	0,074			90,972	89,922	0,900	1,05	0,21	0,57	2,56	0,013
	41-2	111	76,20	0,99	0,076	0,000	0,047	0,123	150	0,0254	90,972	89,922	0,900	1,05	0,15	0,86	3,58	0,013
		112		1,55	0,118	0,000	0,074	0,192			89,034	87,984	0,900	1,05	0,15	0,87	2,25	0,013
	41-3	112	44,15	0,99	0,044	0,000	0,177	0,221	150	0,0046	89,034	85,279	3,606	3,756	0,25	0,43	1,00	0,013
		113		1,55	0,068	0,000	0,276	0,345			89,100	85,075	3,875	4,025	0,25	0,43	2,79	0,013
	41-4	113	46,90	0,99	0,047	0,000	0,347	0,393	150	0,0046	89,100	85,075	3,875	4,025	0,25	0,43	1,00	0,013
		114		1,55	0,073	0,000	0,541	0,614			88,333	84,858	3,325	3,475	0,25	0,43	2,79	0,013
	41-5	114	55,78	0,99	0,055	0,000	0,508	0,564	150	0,0046	88,333	84,858	3,325	3,475	0,25	0,43	1,00	0,013
		115		1,55	0,086	0,000	0,793	0,879			88,521	84,601	3,770	3,92	0,25	0,43	2,79	0,013
	41-6	115	70,63	0,99	0,070	0,000	0,935	1,005	150	0,0046	88,521	84,601	3,770	3,92	0,25	0,43	1,00	0,013
		116		1,55	0,109	0,000	1,458	1,568			86,873	84,275	2,448	2,598	0,26	0,44	2,82	0,013
	41-7	116	77,27	0,99	0,077	0,000	1,229	1,306	150	0,0046	86,873	84,275	2,448	2,598	0,25	0,43	1,00	0,013
		117		1,55	0,120	0,000	1,917	2,037			85,255	83,918	1,187	1,337	0,29	0,47	2,98	0,013
	41-8	117	51,80	0,99	0,051	0,000	1,649	1,700	150	0,0043	85,255	83,918	1,187	1,337	0,27	0,44	1,00	0,013
		118		1,55	0,080	0,000	2,571	2,652			84,802	83,695	0,957	1,107	0,34	0,49	3,18	0,013
	41-9	118	51,82	0,99	0,051	0,000	1,700	1,752	150	0,0042	84,802	83,695	0,957	1,107	0,28	0,44	1,00	0,013
		119		1,55	0,080	0,000	2,652	2,732			84,981	83,475	1,355	1,505	0,35	0,50	3,20	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	41-10	119	53,43	0,99	0,053	0,000	2,456	2,509	150	0,0037	84,981	83,195	1,636	1,786	0,35	0,46	1,04	0,013
		120		1,55	0,083	0,000	3,830	3,913			85,000	82,999	1,851	2,001	0,44	0,52	3,49	0,013
	41-11	120	53,44	0,99	0,053	0,000	2,509	2,562	150	0,0036	85,000	82,999	1,851	2,001	0,35	0,46	1,04	0,013
		121		1,55	0,083	0,000	3,913	3,996			85,389	82,804	2,435	2,585	0,45	0,52	3,51	0,013
	41-12	121	14,98	0,99	0,015	0,000	2,672	2,687	150	0,0035	85,389	82,804	2,435	2,585	0,36	0,46	1,04	0,013
		122		1,55	0,023	0,000	4,167	4,191			85,957	82,751	3,056	3,206	0,46	0,52	3,55	0,013
	41-13	122	66,90	0,99	0,066	0,000	2,687	2,753	150	0,0035	85,957	82,751	3,056	3,206	0,37	0,46	1,04	0,013
		123		1,55	0,104	0,000	4,191	4,294			83,846	82,518	1,178	1,328	0,47	0,52	3,57	0,013
	41-14	123	49,96	0,99	0,050	0,000	2,753	2,803	150	0,0039	83,846	82,518	1,178	1,328	0,36	0,49	1,14	0,013
		17		1,55	0,077	0,000	4,294	4,372			83,372	82,322	0,900	1,05	0,46	0,55	3,54	0,013
C42	42-1	124	54,68	0,99	0,054	0,000	0,000	0,054	150	0,0046	86,581	85,531	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		112		1,55	0,085	0,000	0,000	0,085			89,034	85,279	3,606	3,756	0,25	0,43	2,79	0,013
C43	43-1	125	69,45	0,99	0,069	0,000	0,000	0,069	150	0,0418	92,000	90,950	0,900	1,05	0,13	1,06	5,14	0,013
		113		1,55	0,108	0,000	0,000	0,108			89,100	88,050	0,900	1,05	0,13	1,07	2,10	0,013
C44	44-1	126	57,29	0,99	0,057	0,000	0,000	0,057	150	0,0046	88,000	86,950	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		113		1,55	0,089	0,000	0,000	0,089			89,100	86,686	2,264	2,414	0,25	0,43	2,79	0,013
C45	45-1	127	65,08	0,99	0,065	0,000	0,000	0,065	150	0,0257	90,004	88,954	0,900	1,05	0,15	0,87	3,60	0,013
		114		1,55	0,101	0,000	0,000	0,101			88,333	87,283	0,900	1,05	0,15	0,87	2,24	0,013
C46	46-1	128	50,63	0,99	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0046	87,030	85,980	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		114		1,55	0,078	0,000	0,000	0,078			88,333	85,747	2,437	2,587	0,25	0,43	2,79	0,013
C47	47-1	129	28,69	0,99	0,028	0,000	0,000	0,028	150	0,0133	99,159	98,109	0,900	1,05	0,19	0,66	2,22	0,013
		130		1,55	0,044	0,000	0,000	0,044			98,778	97,728	0,900	1,05	0,19	0,66	2,45	0,013
	47-2	130	49,69	0,99	0,049	0,000	0,028	0,078	150	0,1178	98,778	97,728	0,900	1,05	0,10	1,66	10,88	0,013
		131		1,55	0,077	0,000	0,044	0,121			92,923	91,873	0,900	1,05	0,10	1,68	1,82	0,013
	47-3	131	51,13	0,99	0,051	0,000	0,078	0,129	150	0,0512	92,923	91,873	0,900	1,05	0,13	1,17	5,93	0,013
		132		1,55	0,079	0,000	0,121	0,201			90,303	89,253	0,900	1,05	0,12	1,18	2,03	0,013
	47-4	132	69,64	0,99	0,069	0,000	0,129	0,198	150	0,0046	90,303	89,253	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		133		1,55	0,108	0,000	0,201	0,309			90,006	88,931	0,925	1,075	0,25	0,43	2,79	0,013
	47-5	133	70,13	0,99	0,070	0,000	0,301	0,371	150	0,0174	90,006	88,691	1,165	1,315	0,17	0,74	2,70	0,013
		115		1,55	0,109	0,000	0,470	0,579			88,521	87,471	0,900	1,05	0,17	0,74	2,36	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C48	48-1	110	45,23	0,99	0,045	0,000	0,000	0,045	150	0,0313	91,429	90,379	0,900	1,05	0,15	0,94	4,17	0,013
		134		1,55	0,070	0,000	0,000	0,070			90,013	88,963	0,900	1,05	0,15	0,94	2,19	0,013
	48-2	134	59,02	0,99	0,059	0,000	0,045	0,104	150	0,0046	90,013	88,963	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		133		1,55	0,091	0,000	0,070	0,162			90,006	88,691	1,165	1,315	0,25	0,43	2,79	0,013
C49	49-1	135	63,84	0,99	0,063	0,000	0,000	0,063	150	0,0761	92,000	90,950	0,900	1,05	0,11	1,38	7,91	0,013
		136		1,55	0,099	0,000	0,000	0,099			87,143	86,093	0,900	1,05	0,11	1,39	1,93	0,013
	49-2	136	52,21	0,99	0,052	0,000	0,107	0,159	150	0,0052	87,143	85,643	1,350	1,5	0,24	0,45	1,09	0,013
		116		1,55	0,081	0,000	0,168	0,248			86,873	85,373	1,350	1,5	0,24	0,45	2,76	0,013
C50	50-1	137	44,28	0,99	0,044	0,000	0,000	0,044	150	0,0390	88,870	87,820	0,900	1,05	0,14	1,03	4,89	0,013
		136		1,55	0,069	0,000	0,000	0,069			87,143	86,093	0,900	1,05	0,14	1,04	2,12	0,013
C51	51-1	138	65,32	0,99	0,065	0,000	0,000	0,065	150	0,0450	89,813	88,763	0,900	1,05	0,13	1,10	5,42	0,013
		116		1,55	0,101	0,000	0,000	0,101			86,873	85,823	0,900	1,05	0,13	1,11	2,08	0,013
C52	52-1	139	52,29	0,99	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0184	90,962	89,912	0,900	1,05	0,17	0,76	2,81	0,013
		140		1,55	0,081	0,000	0,000	0,081			90,000	88,950	0,900	1,05	0,17	0,76	2,34	0,013
	52-2	140	52,28	0,99	0,052	0,000	0,052	0,104	150	0,0382	90,000	88,950	0,900	1,05	0,14	1,02	4,83	0,013
		141		1,55	0,081	0,000	0,081	0,162			88,001	86,951	0,900	1,05	0,14	1,03	2,13	0,013
	52-3	141	56,57	0,99	0,056	0,000	0,104	0,160	150	0,0046	88,001	86,951	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		142		1,55	0,088	0,000	0,162	0,250			89,053	86,689	2,214	2,364	0,25	0,43	2,79	0,013
	52-4	142	47,36	0,99	0,047	0,000	0,160	0,207	150	0,0413	89,053	86,689	2,214	2,364	0,13	1,06	5,10	0,013
		143		1,55	0,073	0,000	0,250	0,323			85,783	84,733	0,900	1,05	0,13	1,07	2,10	0,013
	52-5	143	66,58	0,99	0,066	0,000	0,277	0,343	150	0,0079	85,783	84,733	0,900	1,05	0,22	0,53	1,52	0,013
		117		1,55	0,103	0,000	0,432	0,535			85,255	84,205	0,900	1,05	0,22	0,53	2,63	0,013
C53	53-1	144	70,03	0,99	0,070	0,000	0,000	0,070	150	0,0372	88,388	87,338	0,900	1,05	0,14	1,01	4,73	0,013
		143		1,55	0,108	0,000	0,000	0,108			85,783	84,733	0,900	1,05	0,14	1,02	2,13	0,013
C54	54-1	145	34,17	0,99	0,034	0,000	0,000	0,034	150	0,1601	98,254	97,204	0,900	1,05	0,09	1,91	13,52	0,013
		146		1,55	0,053	0,000	0,000	0,053			92,786	91,736	0,900	1,05	0,09	1,92	1,74	0,013
	54-2	146	28,19	0,99	0,028	0,000	0,075	0,103	150	0,0343	92,786	91,736	0,900	1,05	0,14	0,98	4,46	0,013
		147		1,55	0,044	0,000	0,117	0,160			91,818	90,768	0,900	1,05	0,14	0,98	2,16	0,013
	54-3	147	31,79	0,99	0,032	0,000	0,134	0,166	150	0,0866	91,818	90,768	0,900	1,05	0,11	1,46	8,71	0,013
		148		1,55	0,049	0,000	0,209	0,259			89,067	88,017	0,900	1,05	0,11	1,47	1,90	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
	54-4	148	10,21	0,99	0,010	0,000	0,166	0,176	150	0,0604	89,067	88,017	0,900	1,05	0,12	1,26	6,66	0,013
		149		1,55	0,016	0,000	0,259	0,275			88,450	87,400	0,900	1,05	0,12	1,27	1,99	0,013
	54-5	149	69,04	0,99	0,069	0,000	0,328	0,396	150	0,0416	88,450	86,804	1,496	1,646	0,13	1,06	5,13	0,013
		119			1,55	0,107	0,000	0,511	0,618			84,981	83,931	0,900	1,05	0,13	1,07	2,10
C55	55-1	150	41,23	0,99	0,041	0,000	0,000	0,041	150	0,0250	93,818	92,768	0,900	1,05	0,16	0,86	3,54	0,013
		146		1,55	0,064	0,000	0,000	0,064			92,786	91,736	0,900	1,05	0,15	0,86	2,25	0,013
C56	56-1	151	31,60	0,99	0,031	0,000	0,000	0,031	150	0,1980	98,074	97,024	0,900	1,05	0,08	2,07	15,84	0,013
		147		1,55	0,049	0,000	0,000	0,049			91,818	90,768	0,900	1,05	0,08	2,07	1,70	0,013
C57	57-1	152	67,09	0,99	0,067	0,000	0,000	0,067	150	0,0294	90,222	89,172	0,900	1,05	0,15	0,91	3,98	0,013
		153		1,55	0,104	0,000	0,000	0,104			88,250	87,200	0,900	1,05	0,15	0,92	2,20	0,013
	57-2	153	15,88	0,99	0,016	0,000	0,067	0,082	150	0,0046	88,250	87,200	0,900	1,05	0,25	0,43	1,00	0,013
		154		1,55	0,025	0,000	0,104	0,129			89,800	87,127	2,523	2,673	0,25	0,43	2,79	0,013
	57-3	154	69,86	0,99	0,069	0,000	0,082	0,152	150	0,0046	89,800	87,127	2,523	2,673	0,25	0,43	1,00	0,013
		149		1,55	0,108	0,000	0,129	0,237			88,450	86,804	1,496	1,646	0,25	0,43	2,79	0,013
C58	58-1	155	39,02	0,99	0,039	0,000	0,000	0,039	150	0,1429	96,077	95,027	0,900	1,05	0,09	1,81	12,47	0,013
		156		1,55	0,060	0,000	0,000	0,060			90,500	89,450	0,900	1,05	0,09	1,85	1,76	0,013
	58-2	156	55,72	0,99	0,055	0,000	0,039	0,094	150	0,0838	90,500	89,450	0,900	1,05	0,11	1,44	8,50	0,013
		157		1,55	0,086	0,000	0,060	0,147			85,833	84,783	0,900	1,05	0,11	1,45	1,91	0,013
	58-3	157	77,16	0,99	0,077	0,000	0,166	0,242	150	0,0108	85,833	84,333	1,350	1,5	0,20	0,60	1,91	0,013
		158		1,55	0,120	0,000	0,258	0,378			84,999	83,499	1,350	1,5	0,20	0,60	2,52	0,013
	58-4	158	65,83	0,99	0,065	0,000	0,242	0,308	150	0,0046	84,999	83,499	1,350	1,5	0,25	0,43	1,00	0,013
		119		1,55	0,102	0,000	0,378	0,480			84,981	83,195	1,636	1,786	0,25	0,43	2,79	0,013
C59	59-1	72	72,07	0,99	0,072	0,000	0,000	0,072	150	0,0053	86,217	85,167	0,900	1,05	0,24	0,45	1,12	0,013
		157		1,55	0,112	0,000	0,000	0,112			85,833	84,783	0,900	1,05	0,24	0,45	2,75	0,013
C60	60-1	139	58,86	0,99	0,058	0,000	0,000	0,058	150	0,0663	90,962	89,912	0,900	1,05	0,12	1,31	7,14	0,013
		159		1,55	0,091	0,000	0,000	0,091			87,059	86,009	0,900	1,05	0,12	1,32	1,97	0,013
	60-2	159	51,84	0,99	0,051	0,000	0,058	0,110	150	0,0322	87,059	86,009	0,900	1,05	0,14	0,95	4,26	0,013
		121		1,55	0,080	0,000	0,091	0,172			85,389	84,339	0,900	1,05	0,14	0,96	2,18	0,013

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
------	--------	------------------	----------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------	-----------------------------	----------------------------	---------------	------------------	------------------	------------------	-----------------------------	------------------------------	----------------	--------------------	------------------------------	--------------

OBS: De acordo com a norma de rede coletora/emissário, solicita-se considerar a profundidade máxima dos PV's 4,5 m, mas salienta-se a possibilidade de existir profundidade superior, desde que seja viável a sua utilização. No caso em questão, terão alguns poucos trechos que apresentarão profundidade superior a 4,5 m, sendo trechos de aclave no terreno natural, viabilizando a execução desse trecho com profundidade maior, evitando um bombeamento. Por isso, foram mantidos esses trechos com profundidade superior a 4,5 m.

### 7.3.5 Rede Coletora da Sub-bacia 5

Col.	Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C1	1-1	1	51,70	1,31	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0046	84,857	83,807	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		2		2,10	0,109	0,000	0,000	0,109			84,769	83,568	1,051	1,201	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-2	2	61,97	1,31	0,081	0,000	0,068	0,149	150	0,0077	84,769	83,568	1,051	1,201	0,22	0,52	1,48	0,013
		3		2,10	0,130	0,000	0,109	0,239			84,143	83,093	0,900	1,050	0,22	0,52	2,64	0,013
	1-3	3	56,27	1,31	0,074	0,000	0,149	0,223	150	0,0062	84,143	83,093	0,900	1,050	0,23	0,48	1,26	0,013
		4		2,10	0,118	0,000	0,239	0,357			83,793	82,743	0,900	1,050	0,23	0,48	2,70	0,013
	1-4	4	56,28	1,31	0,074	0,000	0,223	0,297	150	0,0046	83,793	82,743	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013
		5		2,10	0,118	0,000	0,357	0,476			83,729	82,483	1,096	1,246	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-5	5	11,05	1,31	0,015	0,000	0,297	0,311	150	0,0046	83,729	82,483	1,096	1,246	0,25	0,43	1,00	0,013
		6		2,10	0,023	0,000	0,476	0,499			83,906	82,432	1,323	1,473	0,25	0,43	2,79	0,013
	1-6	6	56,09	1,31	0,074	0,000	0,680	0,754	150	0,0086	83,906	82,432	1,323	1,473	0,21	0,55	1,62	0,013
		7		2,10	0,118	0,000	1,090	1,208			82,998	81,948	0,900	1,050	0,21	0,55	2,60	0,013
	1-7	7	67,69	1,31	0,089	0,000	0,821	0,910	150	0,0069	82,998	81,948	0,900	1,050	0,23	0,50	1,37	0,013
		8		2,10	0,142	0,000	1,316	1,459			82,531	81,481	0,900	1,050	0,23	0,50	2,67	0,013
	1-8	8	67,69	1,31	0,089	0,000	0,910	0,999	150	0,0086	82,531	81,481	0,900	1,050	0,21	0,55	1,61	0,013
9		2,10		0,142	0,000	1,459	1,601	81,948			80,898	0,900	1,050	0,22	0,56	2,63	0,013	
1-9	9	61,05	1,31	0,080	0,000	1,055	1,135	150	0,0046	81,948	80,898	0,900	1,050	0,25	0,43	1,00	0,013	
	10		2,10	0,128	0,000	1,691	1,819			81,929	80,616	1,162	1,312	0,28	0,46	2,91	0,013	
1-10	10	61,05	1,31	0,080	0,000	1,135	1,215	150	0,0046	81,929	80,616	1,162	1,312	0,25	0,43	1,00	0,013	
	11		2,10	0,128	0,000	1,819	1,948			81,677	80,334	1,192	1,342	0,29	0,46	2,95	0,013	
1-11	11	53,19	1,31	0,070	0,000	1,385	1,455	150	0,0046	81,677	80,334	1,192	1,342	0,25	0,43	1,00	0,013	
	12		2,10	0,112	0,000	2,220	2,332			81,750	80,089	1,511	1,661	0,31	0,49	3,07	0,013	
1-12	12	53,19	1,31	0,070	0,000	1,455	1,525	150	0,0046	81,750	80,089	1,511	1,661	0,25	0,43	1,00	0,013	
	13		2,10	0,112	0,000	2,332	2,444			82,286	79,846	2,290	2,440	0,32	0,49	3,10	0,013	
1-13	13	24,09	1,31	0,032	0,000	1,525	1,556	150	0,0045	82,286	79,846	2,290	2,440	0,26	0,43	1,00	0,013	
	14		2,10	0,051	0,000	2,444	2,495			81,533	79,737	1,646	1,796	0,33	0,49	3,12	0,013	
1-14	14	6,38	1,31	0,008	0,000	1,556	1,565	150	0,0045	81,533	79,737	1,646	1,796	0,26	0,43	1,00	0,013	
	15		2,10	0,013	0,000	2,495	2,508			81,929	79,708	2,071	2,221	0,33	0,50	3,12	0,013	

Col.	Trecho	PV Ini Fim	Ext. (m)	Cont. Lin. (L/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (L/s) ini/fim	Q pontual (L/s)	Q Mont. (L/s) ini/fim	Q Jus. (L/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota Col. (m)	Rec. Col. (m) mon/jus	Prof. Vala (m) mon/jus	y/D ini/fim	V (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	n Manning
C2	2-1	16	86,91	1,31	0,114	0,000	0,000	0,114	150	0,0240	89,084	88,034	0,900	1,050	0,16	0,84	3,43	0,013
		17		2,10	0,183	0,000	0,000	0,183			87,000	85,950	0,900	1,050	0,16	0,85	2,26	0,013
	2-2	17	84,32	1,31	0,111	0,000	0,114	0,225	150	0,0253	87,000	85,950	0,900	1,050	0,15	0,86	3,57	0,013
		18		2,10	0,177	0,000	0,183	0,360			84,864	83,814	0,900	1,050	0,15	0,87	2,25	0,013
	2-3	18	47,60	1,31	0,062	0,000	0,225	0,287	150	0,0201	84,864	83,814	0,900	1,050	0,17	0,78	3,01	0,013
		6		2,10	0,100	0,000	0,360	0,460			83,906	82,856	0,900	1,050	0,16	0,79	2,32	0,013
C3	3-1	19	62,21	1,31	0,082	0,000	0,000	0,082	150	0,0178	85,014	83,964	0,900	1,050	0,17	0,75	2,75	0,013
		6		2,10	0,131	0,000	0,000	0,131			83,906	82,856	0,900	1,050	0,17	0,75	2,35	0,013
C4	4-1	20	51,37	1,31	0,067	0,000	0,000	0,067	150	0,0273	84,400	83,350	0,900	1,050	0,15	0,89	3,77	0,013
		7		2,10	0,108	0,000	0,000	0,108			82,998	81,948	0,900	1,050	0,15	0,89	2,23	0,013
C5	5-1	21	42,83	1,31	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0412	83,714	82,664	0,900	1,050	0,13	1,06	5,09	0,013
		9		2,10	0,090	0,000	0,000	0,090			81,948	80,898	0,900	1,050	0,13	1,07	2,10	0,013
C6	6-1	16	79,34	1,31	0,104	0,000	0,000	0,104	150	0,0503	89,084	88,034	0,900	1,050	0,13	1,16	5,86	0,013
		22		2,10	0,167	0,000	0,000	0,167			85,091	84,041	0,900	1,050	0,13	1,17	2,04	0,013
	6-2	22	50,22	1,31	0,066	0,000	0,104	0,170	150	0,0680	85,091	84,041	0,900	1,050	0,12	1,32	7,28	0,013
		11		2,10	0,106	0,000	0,167	0,273			81,677	80,627	0,900	1,050	0,11	1,33	1,96	0,013

## 7.4 TRATAMENTO PRELIMINAR

### 7.4.1 Tratamento Preliminar da EEE-1

#### Vazões

$Q_{\max}$ (final de plano) (L/s)	3,03
$Q_{\text{med}}$ (início de plano) (L/s)	1,46
$Q_{\min}$ (10 anos) (L/s)	1,07

#### Calha Parshall

O medidor de vazão para a elevatória será a calha parshall. A partir das vazões máximas e mínimas, pela Tabela abaixo, definem-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

W=

3pol

#### Coefficientes da calha Parshall

k	0,176
n	1,547

#### Altura da lâmina d'água (H) a 2/3 da seção convergente

$H_{\max}$ (m)	0,072
$H_{\text{med}}$ (m)	0,045
$H_{\min}$ (m)	0,037

#### Rebaixo (Z) em relação à soleira do vertedor da caixa de areia

Z (m)	0,02
-------	------

#### Altura da lâmina d'água (h) antes do rebaixo

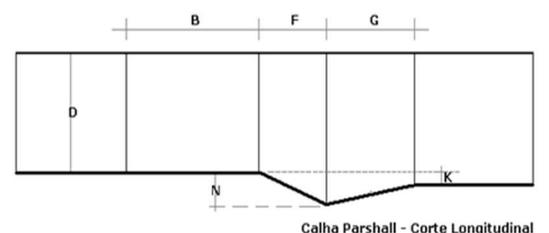
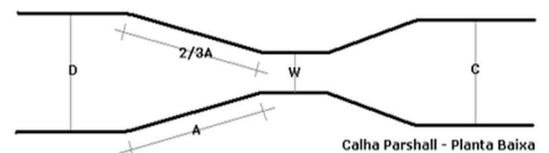
$h_{\max}$ (m)	0,054
$h_{\text{med}}$ (m)	0,027
$h_{\min}$ (m)	0,019

#### Fórmulas:

$$Z = \frac{Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$H_{\max} = (Q/k)^{1/n}$$

$$h_{\max} = H_{\max} - Z$$



W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
(pol)	(cm)											
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9		
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1,00	30,5	1,522	0,690
1,50	45,7	1,538	1,054
2,00	61,0	1,550	1,426
3,00	91,5	1,566	2,182
4,00	122,0	1,578	2,935
5,00	152,5	1,587	3,728
6,00	183,0	1,595	4,515
7,00	213,5	1,601	5,306
8,00	244,0	1,606	6,101
10,00	305,0	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

## Grade

O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, serão em barras de aço dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permitir o fluxo normal do esgoto. O espaçamento das barras é definido em termos das dimensões dos sólidos a serem retidos:

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

### Escolha da grade

Tipo de Gradeamento	Médio
a (abertura entre as barras) (mm)	25
t (espessura das barras)(mm)	10
Incl. (graus)	45

### Eficiência (E)

E	0,71
---	------

### Área útil (A<sub>u</sub>)

V (m/s)	0,50
A <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> )	0,006

### Área total (A<sub>t</sub>)

A <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> )	0,008
----------------------------------	-------

### Comprimento do canal (L<sub>g</sub>)

t <sub>d</sub> (s)	3
L <sub>g</sub> (m)	1,14
L <sub>g</sub> adotado (m)	1,15

### Largura do canal (b)

b (m)	0,15
b <sub>adotada</sub> (m)	0,30

### Fórmulas:

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{v_a} \quad Lg = \frac{Q_{\max} \cdot t'}{At} \quad \text{com } t' = 3s$$

$$E = \frac{a}{a+t} \quad B_g = \frac{A_t}{h_{\max}}$$

$$N = \frac{B_g - a}{t + a}$$

### Verificação das velocidades

Q (m³/s)	h (m)	A <sub>t</sub> = b.h (m²)	A <sub>u</sub> = A <sub>t</sub> .E (m²)	V = Q/A <sub>u</sub> (m/s)	Verif.
0,00303	0,054	0,016	0,01150	0,26	REFAZER
0,00146	0,027	0,008	0,00575	0,25	REFAZER
0,00107	0,019	0,006	0,00405	0,26	REFAZER

**Obs:** As velocidades encontram-se fora do intervalo recomendado, ou seja, superior a 0,4 m/s e inferior a 0,75 m/s (José Alves Nunes, 2001), porém será mantida a largura de 0,30 m de canal, devido ser a largura mínima admissível pela concessionária, visando uma melhor operação.

### Perda de carga (h<sub>f</sub>)

Segundo E.P.Jordão (1995), a determinação da perda de carga na grade de barras deverá considerar o modelo selecionado, o tipo de operação de limpeza, localização e detalhes construtivos. A perda de carga pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através de orifício. Ver fórmula:

V (m/s)	0,52
v (m/s)	0,18
h <sub>f</sub> (m)	0,02
h <sub>f</sub> adotada (m)	0,15

#### Fórmula:

$$h_f = \frac{1,43 \cdot (V^2 - v^2)}{2g}$$

Será adotada uma perda de carga de 0,15 m.

### Comprimento da grade (x)

Finalmente, o cálculo do comprimento da barra, que é função do ângulo de inclinação adotado, do diâmetro da canalização de chegada do efluente, da perda de carga da grade quando a obstrução atinge 50% e da profundidade adotada do fundo do canal da grade em relação a geratriz da canalização afluyente (José Alves Nunes - 2001).

D (mm)	150
H (m)	0,10
h <sub>v</sub> (m)	0,454
x (m)	0,64

#### Fórmulas:

$$h_v = h_{\text{máx}} + h_f + D + H$$

$$x = \frac{h_v}{\text{sen } 45}$$

### Quantidade de barras (n)

O número de barras na grade é função da largura do canal da grade, da espessura da barra e do afastamento entre elas. A equação (José Alves Nunes - 2001) a seguir calcula a quantidade de barras:

n	8,6
n <sub>adotado</sub>	9

#### Fórmula:

$$n = \frac{b}{(t + a)}$$

Serão adotadas 9 barras paralelas.

### 7.4.2 Tratamento Preliminar da EEE-2

#### Vazões

$Q_{\max}$ (final de plano) (L/s)	14,39
$Q_{\text{med}}$ (início de plano) (L/s)	6,81
$Q_{\min}$ (10 anos) (L/s)	3,86

#### Calha Parshall

O medidor de vazão para a elevatória será a calha parshall. A partir das vazões máximas e mínimas, pela Tabela abaixo, definem-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

**W=** 3pol

#### Coeficientes da calha Parshall

k	0,176
n	1,547

#### Altura da lâmina d'água (H) a 2/3 da seção convergente

$H_{\max}$ (m)	0,198
$H_{\text{med}}$ (m)	0,122
$H_{\min}$ (m)	0,085

#### Rebaixo (Z) em relação à soleira do vertedor da caixa de areia

Z (m) 0,04

#### Altura da lâmina d'água (h) antes do rebaixo

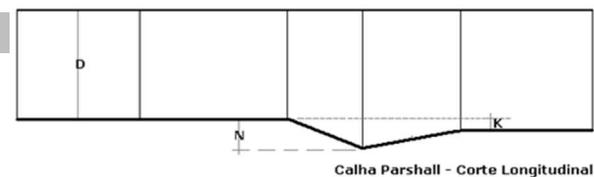
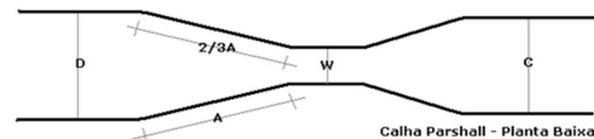
$h_{\max}$ (m)	0,154
$h_{\text{med}}$ (m)	0,078
$h_{\min}$ (m)	0,041

#### Fórmulas:

$$z = \frac{Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$H_{\max} = (Q/k)^{1/n}$$

$$h_{\max} = H_{\max} - z$$



W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
(pol)	(cm)											
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9		
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1,00	30,5	1,522	0,690
1,50	45,7	1,538	1,054
2,00	61,0	1,550	1,426
3,00	91,5	1,566	2,182
4,00	122,0	1,578	2,935
5,00	152,5	1,587	3,728
6,00	183,0	1,595	4,515
7,00	213,5	1,601	5,306
8,00	244,0	1,606	6,101
10,00	305,0	1,606	6,101

Para W = 3pol	
K	n
0,176	1,547

## Grade

O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, serão em barras de aço dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permitir o fluxo normal do esgoto. O espaçamento das barras é definido em termos das dimensões dos sólidos a serem retidos:

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

### Escolha da grade

Tipo de Gradeamento	Médio
a (abertura entre as barras) (mm)	25
t (espessura das barras)(mm)	10
Incl. (graus)	45

### Fórmulas:

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{v_a} \quad Lg = \frac{Q_{\max} \cdot t'}{At}$$

com  $t' = 3s$

$$E = \frac{a}{a+t} \quad B_g = \frac{A_t}{h_{\max}}$$

$$N = \frac{B_g - a}{t+a}$$

### Eficiência (E)

E 0,71

### Área útil (A<sub>u</sub>)

V (m/s) 0,50

A<sub>u</sub> (m<sup>2</sup>) 0,029

### Área total (A<sub>t</sub>)

A<sub>t</sub> (m<sup>2</sup>) 0,041

### Comprimento do canal (L<sub>g</sub>)

t<sub>d</sub> (s) 3

L<sub>g</sub> (m) 1,05

L<sub>g</sub>adotado (m) 1,10

### Largura do canal (b)

b (m) 0,27

b<sub>adotada</sub> (m) 0,30

### Verificação das velocidades

Q (m³/s)	h (m)	A <sub>t</sub> = b.h (m²)	A <sub>u</sub> = A <sub>t</sub> .E (m²)	V = Q/A <sub>u</sub> (m/s)	Verif.
0,01439	0,154	0,046	0,03280	0,44	OK
0,00681	0,078	0,023	0,01661	0,41	OK
0,00386	0,041	0,012	0,00873	0,44	OK

**Obs:** As velocidades encontram-se dentro do intervalo recomendado, ou seja, superior a 0,4 m/s e inferior a 0,75 m/s (José Alves Nunes, 2001), com isso, será mantida a largura de 0,30 m de canal.

### Perda de carga (h<sub>f</sub>)

Segundo E.P.Jordão (1995), a determinação da perda de carga na grade de barras deverá considerar o modelo selecionado, o tipo de operação de limpeza, localização e detalhes construtivos. A perda de carga pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através de orifício. Ver fórmula:

V (m/s)	0,88
v (m/s)	0,31
h <sub>f</sub> (m)	0,05
h <sub>fadotada</sub> (m)	0,15

#### Fórmula:

$$h_f = \frac{1,43 \cdot (V^2 - v^2)}{2g}$$

Será adotada uma perda de carga de 0,15 m.

### Comprimento da grade (x)

Finalmente, o cálculo do comprimento da barra, que é função do ângulo de inclinação adotado, do diâmetro da canalização de chegada do efluente, da perda de carga da grade quando a obstrução atinge 50% e da profundidade adotada do fundo do canal da grade em relação a geratriz da canalização afluyente (José Alves Nunes - 2001).

D (mm)	250
H (m)	0,10
h <sub>v</sub> (m)	0,654
x (m)	0,92

#### Fórmulas:

$$h_v = h_{m\acute{a}x} + h_f + D + H$$

$$x = \frac{h_v}{\text{sen } 45}$$

### Quantidade de barras (n)

O número de barras na grade é função da largura do canal da grade, da espessura da barra e do afastamento entre elas. A equação (José Alves Nunes - 2001) a seguir calcula a quantidade de barras:

n	8,6
n <sub>adotado</sub>	9

#### Fórmula:

$$n = \frac{b}{(t + a)}$$

Serão adotadas 9 barras paralelas.

### 7.4.3 Tratamento Preliminar da EEE-3

#### Vazões

$Q_{\max}$ (final de plano) (L/s)	34,44
$Q_{\text{med}}$ (início de plano) (L/s)	16,07
$Q_{\min}$ (10 anos) (L/s)	1,17

#### Calha Parsha

O medidor de vazão para a elevatória será a calha parshall. A partir das vazões máximas e mínimas, pela Tabela abaixo, definem-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

W=

3pol

#### Coefficientes da calha Parshall

k	0,176
n	1,547

#### Altura da lâmina d'água (H) a 2/3 da seção convergente

$H_{\max}$ (m)	0,348
----------------	-------

$H_{\text{med}}$ (m)	0,213
----------------------	-------

$H_{\min}$ (m)	0,039
----------------	-------

#### Rebaixo (Z) em relação à soleira do vertedor da caixa de areia

Z (m)	0,03
-------	------

#### Altura da lâmina d'água (h) antes do rebaixo

$h_{\max}$ (m)	0,320
----------------	-------

$h_{\text{med}}$ (m)	0,185
----------------------	-------

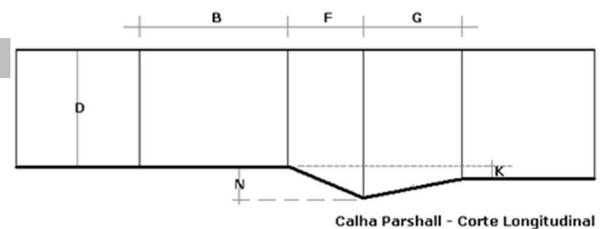
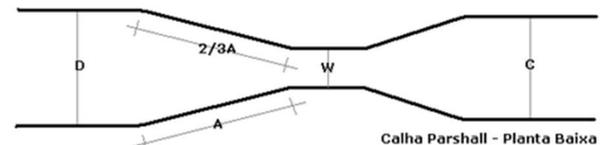
$h_{\min}$ (m)	0,011
----------------	-------

**Fórmulas:**

$$Z = \frac{Q_{\max} H_{\min} - Q_{\min} H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$H_{\max} = Q/K)^{1/n}$$

$$h_{\max} = H_{\max} - Z$$



W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
(pol)	(cm)											
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9		
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1,00	30,5	1,522	0,690
1,50	45,7	1,538	1,054
2,00	61,0	1,550	1,426
3,00	91,5	1,566	2,182
4,00	122,0	1,578	2,935
5,00	152,5	1,587	3,728
6,00	183,0	1,595	4,515
7,00	213,5	1,601	5,306
8,00	244,0	1,606	6,101
10,00	305,0	1,606	6,101

Para W = 3pol	
K	n
0,176	1,547

## Grade

O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, serão em barras de aço dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permitir o fluxo normal do esgoto. O espaçamento das barras é definido em termos das dimensões dos sólidos a serem retidos:

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

#### Escolha da grade

Tipo de Gradeamento	Médio
a (abertura entre as barras) (mm)	25
t (espessura das barras)(mm)	10
Incl. (graus)	50

#### Fórmulas:

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{v_a} \quad Lg = \frac{Q_{\max} \cdot t'}{At}$$

com  $t' = 3s$

$$E = \frac{a}{a+t} \quad B_g = \frac{A_t}{h_{\max}}$$

$$N = \frac{B_g - a}{t+a}$$

#### Eficiência (E)

E	0,71
---	------

#### Área útil (A<sub>u</sub>)

V (m/s)	0,50
A <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> )	0,069

#### Área total (A<sub>t</sub>)

A <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> )	0,097
----------------------------------	-------

#### Comprimento do canal (L<sub>g</sub>)

t <sub>d</sub> (s)	3
L <sub>g</sub> (m)	1,07
L <sub>g</sub> adotado (m)	1,10

#### Largura do canal (b)

b (m)	0,30
b <sub>adotada</sub> (m)	0,30

### Verificação das velocidades

Q (m³/s)	h (m)	A <sub>t</sub> = b.h (m²)	A <sub>u</sub> = A <sub>t</sub> .E (m²)	V = Q/A <sub>u</sub> (m/s)	Verif.
0,03444	0,320	0,096	0,06816	0,51	OK
0,01607	0,185	0,056	0,03941	0,41	OK
0,00117	0,011	0,003	0,00234	0,50	OK

**Obs:** As velocidades encontram-se dentro do intervalo recomendado, ou seja, superior a 0,4 m/s e inferior a 0,75 m/s (José Alves Nunes, 2001), com isso, será mantida a largura de 0,30 m de canal.

### Perda de carga

#### (h<sub>f</sub>)

Segundo E.P.Jordão (1995), a determinação da perda de carga na grade de barras deverá considerar o modelo selecionado, o tipo de operação de limpeza, localização e detalhes construtivos. A perda de carga pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através de orifício. Ver fórmula:

V (m/s) 1,02

v (m/s) 0,36

h<sub>f</sub> (m) 0,07

h<sub>f</sub> adotada (m) 0,15

Será adotada uma perda de carga de 0,15 m.

#### Fórmula:

$$h_f = \frac{1,43 \cdot (V^2 - v^2)}{2g}$$

### Comprimento da grade

#### (x)

Finalmente o cálculo do comprimento da barra, que é função do ângulo de inclinação adotado, do diâmetro da canalização de chegada do efluente, da perda de carga da grade quando a obstrução atinge 50% e da profundidade adotada do fundo do canal da grade em relação a geratriz da canalização afluente (José Alves Nunes - 2001).

D (mm) 300

H (m) 0,10

h<sub>v</sub> (m) 0,870

x (m) 1,14

#### Fórmulas:

$$h_v = h_{máx} + h_f + D + H$$

$$x = \frac{h_v}{\text{sen } 45}$$

### Quantidade de barras (n)

O número de barras na grade é função da largura do canal da grade, da espessura da barra e do afastamento entre elas. A equação (José Alves Nunes - 2001) a seguir calcula a quantidade de barras:

n 8,6

n<sub>adotado</sub> 9

Serão adotadas 9 barras paralelas.

#### Fórmula:

$$n = \frac{b}{(t + a)}$$

### Caixa de Areia

A largura da caixa de areia deve ser tal que a velocidade do fluxo não ultrapasse aquela recomendada em projeto. A Norma Brasileira limita em 0,40 m/s a velocidade do fluxo quando a caixa estiver operando em vazão máxima. Assim, a largura da caixa de areia é função da vazão máxima, da altura da lâmina de esgoto na caixa de areia e da velocidade do fluxo na caixa (adotada). A equação (José Alves Nunes - 2001) a seguir calcula a largura do Desarenador:

#### Largura (b)

V (m/s)	0,40
b (m)	0,27
b <sub>adotada</sub> (m)	0,30

#### Fórmulas:

$$L = 25 \cdot h_{\max}$$

$$b_c = \frac{Q_{\max}}{h_{\max} \cdot V_{\max}} T = \frac{Q}{A}$$

#### Verificação das velocidades

Q (m <sup>3</sup> /s)	h (m)	A = b.h (m <sup>2</sup> )	V = Q/A (m/s)	Verif.
0,03444	0,320	0,096	0,36	OK
0,01607	0,185	0,056	0,29	OK
0,00117	0,011	0,003	0,35	OK

**Obs:** As velocidades encontram-se dentro do intervalo recomendado, com isso, será mantida a largura de 0,30 m da caixa de areia.

#### Comprimento (L)

Segundo E.P.Jordão (1995), o funcionamento da caixa de areia está condicionado ao comportamento do fluxo de esgoto ao longo da câmara de sedimentação. O trajeto da partícula do material mineral pesado é função da velocidade de sedimentação (para partículas com diâmetro < 0,2 mm e densidade 2,65, U = 0,02 m/s) e da velocidade crítica do fluxo longitudinal. Segundo Sérgio Rolim (1990), na prática, adota-se a seguinte equação:

L (m)	7,20
L <sub>adot</sub> (m)	7,00

#### Fórmula:

$$L = 2,25(h_{\max} - Z)$$

#### Verificação da taxa de escoamento superficial (I)

I (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .dia)	661,17
Verificação	OK

**Obs:** A taxa de escoamento superficial encontra-se dentro do intervalo recomendado, ou seja, entre 600 e 1300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia, com isso, será mantido o comprimento de 7,00 m da caixa de areia.

### Altura útil

Segundo E.P.Jordão (1995), o valor médio do volume de material mineral pesado removido pela caixa de areia em função do volume de esgoto tratado ( $V_a/V_e$ ) deve estar compreendido entre 2 e 4  $m^3 / 100.000 m^3$ , ou seja  $0,00002 < T_p < 0,00004$ . O volume de acumulação é proporcional ao tempo entre limpezas da caixa de areia e o volume acumulado diariamente. A profundidade necessária para o acúmulo de material que sedimenta na caixa de areia no intervalo entre limpezas pode ser obtida pela seguinte equação: (Ver equações a seguir)

Taxa produção de material retido ( $T_p$ )	0,00004
Período de limpeza (t)	7
Volume diário de material retido ( $V_{MD}$ )	0,06
Capacidade do depósito ( $V_T$ )	0,39
Largura do depósito de areia ( $B_{DA}$ )	0,30
Comprimento do depósito ( $L_{DA}$ )	7,00
Profundidade do depósito de areia ( $p_{DA}$ )	0,19
Prof. do depósito de areia adotada ( $p_{DA}$ )	0,20

#### Fórmulas:

$$V_{MD} = T_p \cdot Q_{med}$$

$$V_T = t \cdot V_{MD}$$

$$p_{DA} = \frac{V_T}{B_{DA} \times L_{DA}}$$

Será adotada uma profundidade de 0,2 m para caixa de areia.

#### 7.4.4 Tratamento Preliminar da EEE-4

##### Vazões

$Q_{\max}$ (final de plano) (L/s)	15,61
$Q_{\text{med}}$ (início de plano) (L/s)	7,45
$Q_{\min}$ (10 anos) (L/s)	4,62

##### Calha Parshall

O medidor de vazão para a elevatória será a calha parshall. A partir das vazões máximas e mínimas, pela Tabela abaixo, definem-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

W=

3pol

##### Coeficientes da calha Parshall

k	0,176
n	1,547

##### Altura da lâmina d'água (H) a 2/3 da seção convergente

$H_{\max}$ (m)	0,209
$H_{\text{med}}$ (m)	0,129
$H_{\min}$ (m)	0,095

##### Rebaixo (Z) em relação à soleira do vertedor da caixa de areia

Z (m)	0,05
-------	------

##### Altura da lâmina d'água (h) antes do rebaixo

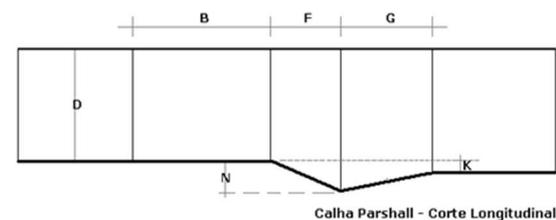
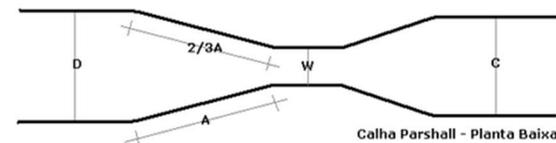
$h_{\max}$ (m)	0,162
$h_{\text{med}}$ (m)	0,082
$h_{\min}$ (m)	0,048

##### Fórmulas:

$$z = \frac{Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$H_{\max} = (Q/k)^{1/n}$$

$$h_{\max} = H_{\max} - z$$



	W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
	(pol)	(cm)											
1pol	2,5		36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9		
3pol	7,6		46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8
6pol	15,2		62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4
9pol	22,9		88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9
1	30,5		137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6
1 1/2	45,7		144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2
2	61,0		152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7
3	91,5		167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3
4	122,0		183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5
5	152,5		198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0
6	183,0		213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0
7	213,5		228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0
8	244,0		244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0
10	305,0		274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1,00	30,5	1,522	0,690
1,50	45,7	1,538	1,054
2,00	61,0	1,550	1,426
3,00	91,5	1,566	2,182
4,00	122,0	1,578	2,935
5,00	152,5	1,587	3,728
6,00	183,0	1,595	4,515
7,00	213,5	1,601	5,306
8,00	244,0	1,606	6,101
10,00	305,0	1,606	6,101

Para W = 3pol	
K	n
0,176	1,547

## Grade

O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, serão em barras de aço dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permitir o fluxo normal do esgoto. O espaçamento das barras é definido em termos das dimensões dos sólidos a serem retidos:

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

#### Escolha da grade

Tipo de Gradeamento	Médio
a (abertura entre as barras) (mm)	25
t (espessura das barras)(mm)	10
Incl. (graus)	45

#### Eficiência (E)

E	0,71
---	------

#### Área útil ( $A_u$ )

V (m/s)	0,50
$A_u$ (m <sup>2</sup> )	0,031

#### Área total ( $A_t$ )

$A_t$ (m <sup>2</sup> )	0,044
-------------------------	-------

#### Comprimento do canal

##### ( $L_g$ )

$t_d$ (s)	3
$L_g$ (m)	1,06
$L_{g\text{adotado}}$ (m)	1,10

#### Largura do canal (b)

b (m)	0,27
$b_{\text{adotada}}$ (m)	0,30

#### Fórmulas:

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{v_a}$$

$$L_g = \frac{Q_{\max} \cdot t'}{A_t}$$

com  $t' = 3s$

$$E = \frac{a}{a+t} \quad B_g = \frac{A_t}{h_{\max}}$$

$$N = \frac{B_g - a}{t+a}$$

### Verificação das velocidades

Q (m <sup>3</sup> /s)	h (m)	A <sub>t</sub> = b.h (m <sup>2</sup> )	A <sub>u</sub> = A <sub>t</sub> .E (m <sup>2</sup> )	V = Q/A <sub>u</sub> (m/s)	Verif.
0,01561	0,162	0,049	0,03451	0,45	OK
0,00745	0,082	0,025	0,01747	0,43	OK
0,00462	0,048	0,014	0,01022	0,45	OK

**Obs:** As velocidades encontram-se dentro do intervalo recomendado, ou seja, superior a 0,4 m/s e inferior a 0,75 m/s (José Alves Nunes, 2001), com isso, será mantida a largura de 0,30 m de canal.

### Perda de carga (h<sub>f</sub>)

Segundo E.P.Jordão (1995), a determinação da perda de carga na grade de barras deverá considerar o modelo selecionado, o tipo de operação de limpeza, a localização e os detalhes construtivos. A perda de carga pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através de orifício. Ver fórmula:

V (m/s)	0,90
v (m/s)	0,32
h <sub>f</sub> (m)	0,05
h <sub>f</sub> adotada (m)	0,15

#### Fórmula:

$$h_f = \frac{1,43 \cdot (V^2 - v^2)}{2g}$$

Será adotada uma perda de carga de 0,15 m.

### Comprimento da grade (x)

Finalmente, o cálculo do comprimento da barra, que é função do ângulo de inclinação adotado, do diâmetro da canalização de chegada do efluente, da perda de carga da grade quando a obstrução atinge 50% e da profundidade adotada do fundo do canal da grade em relação a geratriz da canalização afluyente (José Alves Nunes - 2001).

D (mm)	250
H (m)	0,10
h <sub>v</sub> (m)	0,662
x (m)	0,94

#### Fórmulas:

$$h_v = h_{máx} + h_f + D + H$$

$$x = \frac{h_v}{\text{sen } 45}$$

### Quantidade de barras (n)

O número de barras na grade é função da largura do canal da grade, da espessura da barra e do afastamento entre elas. A equação (José Alves Nunes - 2001) a seguir calcula a quantidade de barras:

n	8,6
n <sub>adotado</sub>	9

#### Fórmula:

$$n = \frac{b}{(t + a)}$$

Serão adotadas 9 barras paralelas.

### 7.4.5 Tratamento Preliminar da EEE-5

#### Vazões

$Q_{\max}$ (final de plano) (L/s)	2,51
$Q_{\text{med}}$ (início de plano) (L/s)	1,14
$Q_{\min}$ (10 anos) (L/s)	0,80

#### Calha Parshall

O medidor de vazão para a elevatória será a calha parshall. A partir das vazões máximas e mínimas, pela Tabela abaixo, definem-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

W=

3pol

#### Coefficientes da calha Parshall

k	0,176
n	1,547

#### Altura da lâmina d'água (H) a 2/3 da seção convergente

$H_{\max}$ (m)	0,064
----------------	-------

$H_{\text{med}}$ (m)	0,038
----------------------	-------

$H_{\min}$ (m)	0,031
----------------	-------

#### Rebaixo (Z) em relação à soleira do vertedor da caixa de areia

Z (m)	0,02
-------	------

#### Altura da lâmina d'água (h) antes do rebaixo

$h_{\max}$ (m)	0,048
----------------	-------

$h_{\text{med}}$ (m)	0,022
----------------------	-------

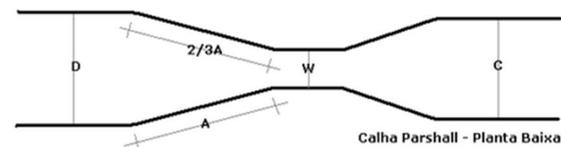
$h_{\min}$ (m)	0,015
----------------	-------

#### Fórmulas:

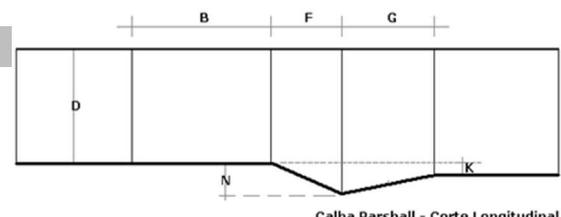
$$z = \frac{Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$H_{\max} = (Q/K)^{1/n}$$

$$h_{\max} = H_{\max} - z$$



Calha Parshall - Planta Baixa



Calha Parshall - Corte Longitudinal

	W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
	(pol)	(cm)											
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9			
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8	
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4	
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9	
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6	
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2	
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7	
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3	
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5	
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0	
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0	
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0	
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0	
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0	

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1,00	30,5	1,522	0,690
1,50	45,7	1,538	1,054
2,00	61,0	1,550	1,426
3,00	91,5	1,566	2,182
4,00	122,0	1,578	2,935
5,00	152,5	1,587	3,728
6,00	183,0	1,595	4,515
7,00	213,5	1,601	5,306
8,00	244,0	1,606	6,101
10,00	305,0	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

## Grade

O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, serão em barras de aço dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permitir o fluxo normal do esgoto. O espaçamento das barras é definido em termos das dimensões dos sólidos a serem retidos:

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

#### Escolha da grade

Tipo de Gradeamento	Médio
a (abertura entre as barras) (mm)	25
t (espessura das barras)(mm)	10
Incl. (graus)	45

#### Eficiência (E)

E	0,71
---	------

#### Área útil (A<sub>u</sub>)

V (m/s)	0,50
A <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> )	0,005

#### Área total (A<sub>t</sub>)

A <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> )	0,007
----------------------------------	-------

#### Comprimento do canal (L<sub>g</sub>)

t <sub>d</sub> (s)	3
L <sub>g</sub> (m)	1,08
L <sub>g</sub> adotado (m)	1,10

#### Largura do canal (b)

b (m)	0,15
b <sub>adotada</sub> (m)	0,30

#### Fórmulas:

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{v_a} L_g = \frac{Q_{\max} \cdot t'}{At} \quad \text{com } t' = 3s$$

$$E = \frac{a}{a+t} \quad B_g = \frac{A_t}{h_{\max}}$$

$$N = \frac{B_g - a}{t+a}$$

### Verificação das velocidades

Q (m³/s)	h (m)	A <sub>t</sub> = b.h (m²)	A <sub>u</sub> = A <sub>t</sub> .E (m²)	V = Q/A <sub>u</sub> (m/s)	Verif.
0,00251	0,048	0,014	0,01022	0,25	REFAZER
0,00114	0,022	0,007	0,00469	0,24	REFAZER
0,00080	0,015	0,005	0,00320	0,25	REFAZER

**Obs:** As velocidades encontram-se fora do intervalo recomendado, ou seja, superior a 0,4 m/s e inferior a 0,75 m/s (José Alves Nunes, 2001), porém será mantida a largura de 0,30 m de canal, devido ser a largura mínima admissível pela concessionária, visando uma melhor operação.

### Perda de carga (h<sub>f</sub>)

Segundo E.P.Jordão (1995), a determinação da perda de carga na grade de barras deverá considerar o modelo selecionado, o tipo de operação de limpeza, a localização e os detalhes construtivos. A perda de carga pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através de orifício. Ver fórmula:

V (m/s)	0,50
v (m/s)	0,18
h <sub>f</sub> (m)	0,02
h <sub>f</sub> adotada (m)	0,15

#### Fórmula:

$$h_f = \frac{1,43 \cdot (V^2 - v^2)}{2g}$$

Será adotada uma perda de carga de 0,15 m.

### Comprimento da grade (x)

Finalmente, o cálculo do comprimento da barra, que é função do ângulo de inclinação adotado, do diâmetro da canalização de chegada do efluente, da perda de carga da grade quando a obstrução atinge 50% e da profundidade adotada do fundo do canal da grade em relação a geratriz da canalização afluyente (José Alves Nunes - 2001).

D (mm)	150
H (m)	0,10
h <sub>v</sub> (m)	0,448
x (m)	0,63

#### Fórmulas:

$$h_v = h_{máx} + h_f + D + H$$

$$x = \frac{h_v}{\text{sen } 45}$$

### Quantidade de barras (n)

O número de barras na grade é função da largura do canal da grade, da espessura da barra e do afastamento entre elas. A equação (José Alves Nunes - 2001) a seguir calcula a quantidade de barras:

$$n = \frac{b}{t + a}$$

$n$   
 $n_{\text{adotado}}$

**Fórmula:**

$$n = \frac{b}{(t + a)}$$

Serão adotadas 9 barras paralelas.

## 7.5 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE POR SUB-BACIA

### 7.5.1 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 1 – 20 anos

#### Vazões de Projeto

As vazões de projeto afluentes à estação elevatória são apresentadas no quadro a seguir:

Etapa	Ano	Vazão (L/s)		
		Mínima	Média	Máxima
ÚNICA	20 ANOS	1,20	1,46	3,03

#### Tubulação de Recalque

O diâmetro da tubulação de recalque (D) foi selecionado através da fórmula de Bresse:

$$D = K \times \sqrt{Q}$$

onde:

K = coeficiente (adotado)

1,2

Q = vazão máxima afluyente (m<sup>3</sup>/s)

0,00303

D = diâmetro calculado (mm)

66,05

A velocidade na tubulação (v) é assim calculada:

$$v = Q / (p \times D^2 / 4)$$

Os diâmetros e as velocidades resultantes são indicados no quadro abaixo:

Trecho	D (mm)		v (m/s)
	Calculado	Adotado	
Subida	66	100	0,4
Barrilete	66	100	0,4
Linha de adução	66	100	0,4

A(s) velocidade(s) obtida(s) encontra(m)-se fora do intervalo de 0,60 a 2,50 m/s recomendado.

Obs: Como se trata de águas residuárias, aconselha-se utilizar diâmetro mínimo de 100mm, visando evitar entupimento na tubulação. Será considerada uma bomba com vazão mínima de 4,8 l/s, vazão mínima necessária para manter a velocidade mínima recomendada.

### Perdas de Carga

#### a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua ( $h_{fc}$ ) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

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

Onde:

Q = vazão de bombeamento ( $m^3/s$ )

C = coeficiente de rugosidade

D = diâmetro da tubulação (m)

L = extensão da tubulação (m)

As perdas de carga contínuas, para tubulação nova e para tubulação velha, são obtidas conforme o quadro a seguir:

Trecho	D (mm)	L (m)	C		$h_{fc} (Q^{1,85})$	
			Tubo novo	Tubo velho	Tubo novo	Tubo velho
Subida	100	3,0	130,0	105,0	290,66	431,50
Barrilete	100	2,5	130,0	105,0	242,22	359,59
Linha de recalque	100	802,6	140,0	130,0	67.799,48	77.762,11
Total					68.332,36	78.553,20

### b) Perda de Carga Localizada

A perda de carga localizada ( $h_{fl}$ ) é calculada pela seguinte fórmula:

$$h_{fl} = Sk \times v^2 / 2g$$

onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades

v = velocidade na tubulação (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Os valores dos somatórios do coeficiente k foram obtidos conforme o quadro a seguir:

Tipo de singularidade	Subida		Barrilete		Linha de recalque	
	Quant.	k	Quant.	k	Quant.	k
Ampliação gradual	1	0,30		0,00		0,00
Curva de 90°	1	0,40	1	0,40	4	1,60
Curva de 45°		0,00		0,00	2	0,40
Curva de 22°30'		0,00		0,00	2	0,20
Entrada de Borda		0,00		0,00		0,00
Entrada normal		0,00		0,00		0,00
Junção de 45°		0,00		0,00		0,00
Redução gradual		0,00		0,00		0,00
Registro de gaveta		0,00	1	0,20	4	0,80
Saída de canalização		0,00		0,00	1	1,00
Tê de passagem direta		0,00	2	1,20	6	3,60
Tê de saída lateral		0,00		0,00		0,00
Válvula de retenção		0,00	1	2,50		0,00
<b>Sk</b>		<b>0,70</b>		<b>4,30</b>		<b>7,60</b>

As perdas de carga localizadas são determinadas no quadro a seguir:

Trecho	Sk	D (mm)	v (Q m/s)	$h_{fl}$ (Q <sup>2</sup> )
Subida	0,70	100	127,39	578,97
Barrilete	4,30	100	127,39	3.556,56
Linha de recalque	7,60	100	127,39	6.286,01
<b>Total</b>				<b>10.421,55</b>

### Altura Geométrica

As alturas geométricas ( $H_g$ ) mínima e máxima são dadas, respectivamente, por:

$$H_{g,\min} = C_{lan\grave{c}} - NA_{m\acute{a}x} \quad e \quad H_{g,\max} = C_{lan\grave{c}} - NA_{m\grave{m}n}$$

onde:

$C_{lan\grave{c}}$ = cota de lançamento do esgoto	91,647	m
$NA_{m\acute{a}x}$ = cota do nível máximo no poço de sucção	82,960	m
$NA_{m\grave{m}n}$ = cota do nível mínimo no poço de sucção	82,560	m

Sendo assim, tem-se:

$H_{g,\min}$ = altura geométrica mínima	8,69	m
$H_{g,\max}$ = altura geométrica máxima	9,09	m

### Altura Manométrica

A altura manométrica ( $H_m$ ) é dada por:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_{fl}$$

Logo, as expressões representativas da altura manométrica são as seguintes:

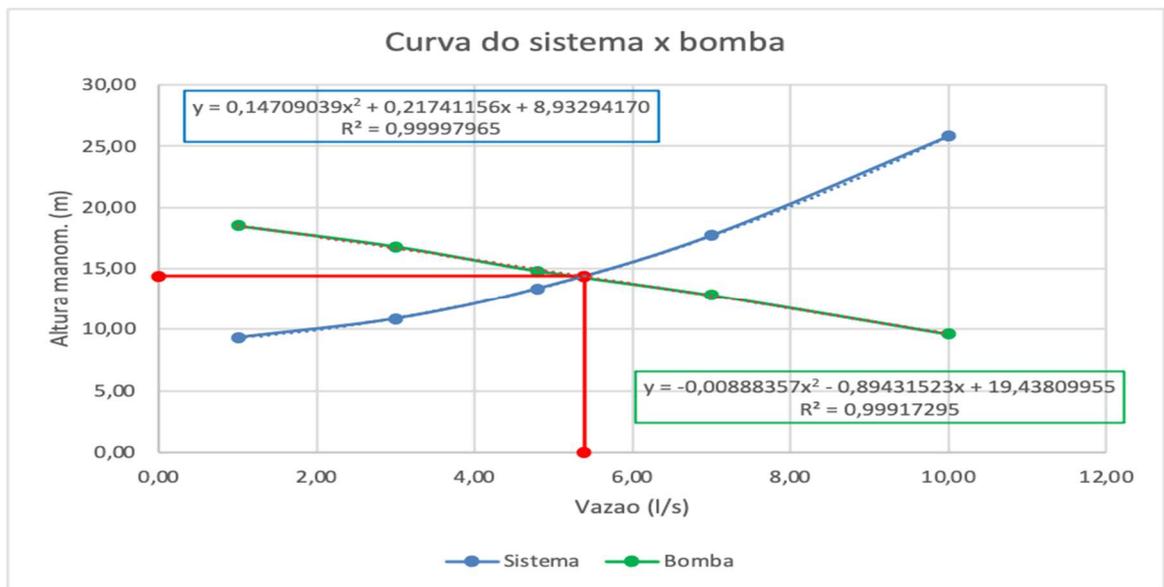
$$H_{m,\min} = 8,69 + 68.332,36 Q^{1,85} + 10.421,55 Q^2$$

$$H_{m,\max} = 9,09 + 78.553,20 Q^{1,85} + 10.421,55 Q^2$$

### Curvas do Sistema e Pontos de Operação

Os pontos das curvas características do sistema são determinados no quadro a seguir:

Q (L/s)	$H_{m,\min}$ (m)	$H_{m,\max}$ (m)	Bomba (m)
1,00	8,89	9,32	18,5
3,00	10,25	10,87	16,8
4,80	12,43	13,36	14,8
7,00	16,25	17,70	12,8
10,00	23,36	25,80	9,6



**Ponto de Operação**

O ponto de operação encontrado através da interseção da curva do sistema vs a curva da bomba é:

Vazão de bombeamento 5,4 L/s  
 Altura manométrica 14,4 m

**Conjunto Motobomba**

Será adotado conjunto motobomba com as seguintes características:

Marca	Flyght
Modelo de referência	NP 3069
Curva	Adaptive 275
Tipo	Submersível
Número de bombas	1+1
Potência nominal	2,7 HP
Vazão	5,4 L/s (cada)
Altura manométrica	14,4 metros
Rotação	3.305 rpm

**Poço de Sucção**

a) Volume Útil

O volume útil do poço de sucção ( $V_u$ ) é estimado pela seguinte expressão:

$$V_u = 2,5 \times Q_b$$

Onde:

$Q_b$  = vazão da bomba 0,323 m³/min

Logo:

$V_u$  = volume útil do poço de sucção 0,81 m<sup>3</sup>

Serão adotadas as seguintes dimensões para o poço de sucção:

C = Comprimento 4,00 m

L = Largura 2,00 m

$H_{u\text{calc}}$  = altura útil calculada 0,10 m

$H_u$  = altura útil 0,40 m

Obs: Os poços são compartimentados, sendo 2 (três) poços vaso-comunicantes, resultando as dimensões adotadas.

O volume útil corrigido vale, então:

$V_u$  = volume útil corrigido 3,20 m<sup>3</sup>

#### b) Volume Morto

O volume morto ( $V_m$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível mínimo do esgoto em seu interior, sendo assim calculado:

$$V_m = A_b \times H_{\text{mín}}$$

onde:

$A_b$  = área da base do poço de sucção 8,00 m<sup>2</sup>

$H_{\text{mín}}$  = altura mínima 0,30 m

Segundo SPO-024 para bombas submersíveis, adotar o valor recomendado pelo fabricante ou, no mínimo, 50 cm.

Com isso, obtém-se:

$V_m$  = volume morto do poço de sucção 2,40 m<sup>3</sup>

#### c) Volume Efetivo

O volume efetivo ( $V_e$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio de operação das bombas. Será admitido que o volume correspondente ao nível médio seja a metade do volume útil. Sendo assim:

$$V_e = V_m + V_u / 2$$

$V_e$  = volume efetivo do poço de sucção 4,00 m<sup>3</sup>

#### d) Tempo de Detenção

O tempo de detenção média no poço de sucção ( $T_d$ ) é dado por:

$$T_d = V_e / Q_{\text{méd}}$$

Onde:

$V_e$  = volume efetivo do poço de sucção 4,00 m<sup>3</sup>

$Q_{\text{méd}}$  = vazão média 0,088 m<sup>3</sup>/min

Logo:

$T_d$  = tempo de detenção no poço de sucção 45,7 min

ATENÇÃO: Tempo de detenção > 30 min. Recalcular.

### Ciclo de Funcionamento

O ciclo de funcionamento da bomba ( $T_c$ ) é dado por:

$$T_c = T_s + T_D$$

onde:

$$T_s = \text{tempo de subida (min)} = V_u / Q_a$$

$$T_D = \text{tempo de descida (min)} = V_u / (Q_b - Q_a)$$

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção (m}^3\text{)}$$

$$Q_a = \text{vazão afluyente (m}^3\text{/min)}$$

$$Q_b = \text{vazão de bombeamento (m}^3\text{/min)}$$

Os tempos obtidos, para as vazões afluentes de início e final de plano, são apresentados no quadro a seguir:

Etapa	Vazão (m <sup>3</sup> /min)		T <sub>s</sub> (min)	T <sub>D</sub> (min)	T <sub>c</sub> (min)
Início de plano	Q <sub>min</sub>	0,072	44,4	12,7	57,2
	Q <sub>méd</sub>	0,088	36,5	13,6	50,1
	Q <sub>máx</sub>	0,182	17,6	22,7	40,3

Os ciclos de funcionamento são superiores à 10 min, atendendo à recomendação de que o conjunto motobomba não execute mais de 6 paradas por hora.

### Cálculo do NPSH

A sigla NPSH (Net Positive Suction Head) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações abaixo:

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - z - H_f$$

$$z = h_{\text{bomba}} - h_{\text{min, suc}}$$

Onde:

$h_{\text{bomba}}$ = Cota do eixo da bomba	82,310
$h_{\text{min, suc}}$ = Cota do NA mínimo do poço de sucção	82,560
Z = altura de sucção	0,250 m
$P_a$ = Pressão atmosférica	10330 Kg/m <sup>2</sup>
$P_v$ = Pressão de vapor	433,0 Kg/m <sup>2</sup>
g = Peso específico da água	1000 Kg/m <sup>3</sup>
$h_f$ = Perda de carga localizada na sucção	0,016796406 m

$$\text{NPSH}_{\text{disp.}} = 9,63 \text{ m}$$

$$\text{NPSH}_{\text{req.}} = 3,83 \text{ m}$$

Como  $\text{NPSH}_{\text{disp.}} > \text{NPSH}_{\text{req.}}$ , o sistema funcionará normalmente.

### 7.5.2 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 2 – 20 anos

#### Vazões de Projeto

As vazões de projeto afluentes à estação elevatória são apresentadas no quadro a seguir:

Etapa	Ano	Vazão (L/s)		
		Mínima	Média	Máxima
ÚNICA	20 ANOS	4,34	6,81	14,39

#### Tubulação de Recalque

O diâmetro da tubulação de recalque (D) foi selecionado através da fórmula de Bresse:

$$D = K \times \sqrt{Q}$$

onde:

K = coeficiente (adotado)

1,2

Q = vazão máxima afluente (m<sup>3</sup>/s)

0,01439

D = diâmetro calculado (mm)

143,95

A velocidade na tubulação (v) é assim calculada:

$$v = Q / (\rho \times D^2 / 4)$$

Os diâmetros e as velocidades resultantes são indicados no quadro abaixo:

Trecho	D (mm)		v (m/s)
	Calculado	Adotado	
Subida	144	150	0,8
Barrilete	144	150	0,8
Linha de adução	144	150	0,8

As velocidades obtidas atendem ao intervalo de 0,60 a 2,50 m/s recomendado.

#### Perdas de Carga

##### a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua ( $h_{fc}$ ) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

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

Onde:

Q = vazão de bombeamento (m<sup>3</sup>/s)

C = coeficiente de rugosidade

D = diâmetro da tubulação (m)

L = extensão da tubulação (m)

As perdas de carga contínuas, para tubulação nova e para tubulação velha, são obtidas conforme o quadro a seguir:

Trecho	D (mm)	L (m)	C		h <sub>fc</sub> (Q <sup>1,85</sup> )	
			Tubo novo	Tubo velho	Tubo novo	Tubo velho
Subida	150	3,0	130,0	105,0	40,35	59,90
Barrilete	150	2,5	130,0	105,0	33,62	49,92
Linha de recalque	150	1.471,5	140,0	130,0	17.255,44	19.791,00
Total					17.329,41	19.900,81

#### b) Perda de Carga Localizada

A perda de carga localizada (h<sub>fl</sub>) é calculada pela seguinte fórmula:

$$h_{fl} = Sk \times v^2 / 2g$$

Onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades

v = velocidade na tubulação (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Os valores dos somatórios do coeficiente k foram obtidos conforme o quadro a seguir:

Tipo de singularidade	Subida		Barrilete		Linha de recalque	
	Quant.	k	Quant.	k	Quant.	k
Ampliação gradual	1	0,30		0,00		0,00
Curva de 90°	1	0,40	1	0,40	3	1,20
Curva de 45°		0,00		0,00	1	0,20
Curva de 22°30'		0,00		0,00		0,00

Entrada de Borda		0,00		0,00		0,00
Entrada normal		0,00		0,00		0,00
Junção de 45°		0,00		0,00		0,00
Redução gradual		0,00		0,00		0,00
Registro de gaveta		0,00	1	0,20	4	0,80
Saída de canalização		0,00		0,00	1	1,00
Tê de passagem direta		0,00	2	1,20	5	3,00
Tê de saída lateral		0,00		0,00		0,00
Válvula de retenção		0,00	1	2,50		0,00
Sk		0,70		4,30		6,20

As perdas de carga localizadas são determinadas no quadro a seguir:

Trecho	Sk	D (mm)	v (Q m/s)	$h_f (Q^2)$
Subida	0,70	150	56,62	114,37
Barrilete	4,30	150	56,62	702,53
Linha de recalque	6,20	150	56,62	1.012,95
Total				1.829,85

### Altura Geométrica

As alturas geométricas ( $H_g$ ) mínima e máxima são dadas, respectivamente, por:

$$H_{g,\min} = C_{lan\ç} - NA_{máx} \quad e \quad H_{g,máx} = C_{lan\ç} - NA_{mín}$$

onde:

$$C_{lan\ç} = \text{cota de lançamento do esgoto} \quad 92,648 \text{ m}$$

$$NA_{máx} = \text{cota do nível máximo no poço de sucção} \quad 79,170 \text{ m}$$

$$NA_{mín} = \text{cota do nível mínimo no poço de sucção} \quad 78,470 \text{ m}$$

Sendo assim, tem-se:

$$H_{g,\min} = \text{altura geométrica mínima} \quad 13,48 \text{ m}$$

$$H_{g,máx} = \text{altura geométrica máxima} \quad 14,18 \text{ m}$$

### Altura Manométrica

A altura manométrica ( $H_m$ ) é dada por:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_f$$



Marca	Flyght
Modelo de referência	NP 3153 MT
Curva	434
Tipo	Submersível
Número de bombas	1+1
Potência nominal	20,0 HP
Vazão	14,6 L/s (cada)
Altura manométrica	22,5 metros
Rotação	1.755 rpm

### Poço de Sucção

#### a) Volume Útil

O volume útil do poço de sucção ( $V_u$ ) é estimado pela seguinte expressão:

$$V_u = 2,5 \times Q_b$$

onde:

$$Q_b = \text{vazão da bomba} \quad 0,876 \text{ m}^3/\text{min}$$

Logo:

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção} \quad 2,19 \text{ m}^3$$

Serão adotadas as seguintes dimensões para o poço de sucção:

$$C = \text{Comprimento} \quad 4,00 \text{ m}$$

$$L = \text{Largura} \quad 2,00 \text{ m}$$

$$H_{\text{u calc.}} = \text{altura útil calculada} \quad 0,27 \text{ m}$$

$$H_u = \text{altura útil} \quad 0,70 \text{ m}$$

Obs: Os poços são compartimentados, sendo 2 (três) poços vaso-comunicantes, resultando as dimensões adotadas.

O volume útil corrigido vale, então:

$$V_u = \text{volume útil corrigido} \quad 5,60 \text{ m}^3$$

#### b) Volume Morto

O volume morto ( $V_m$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível mínimo do esgoto em seu interior, sendo assim calculado:

$$V_m = A_b \times H_{\text{min}}$$

onde:

$$A_b = \text{área da base do poço de sucção} \quad 8,00 \text{ m}^2$$

$$H_{\text{min}} = \text{altura mínima} \quad 0,50 \text{ m}$$

Segundo SPO-024 para bombas submersíveis, adotar o valor recomendado pelo fabricante ou, no mínimo, 50 cm.

Com isso, obtém-se:

$V_m$  = volume morto do poço de sucção 4,00 m<sup>3</sup>

### c) Volume Efetivo

O volume efetivo ( $V_e$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio de operação das bombas. Será admitido que o volume correspondente ao nível médio seja a metade do volume útil. Sendo assim:

$$V_e = V_m + V_u / 2$$

$V_e$  = volume efetivo do poço de sucção 6,80 m<sup>3</sup>

### d) Tempo de Detenção

O tempo de detenção média no poço de sucção ( $T_d$ ) é dado por:

$$T_d = V_e / Q_{méd}$$

Onde:

$V_e$  = volume efetivo do poço de sucção 6,80 m<sup>3</sup>

$Q_{méd}$  = vazão média 0,409 m<sup>3</sup>/min

Logo:

$T_d$  = tempo de detenção no poço de sucção 16,6 min

Este valor atende ao tempo máximo de 30 min recomendado pela NBR 12208.

### Ciclo de Funcionamento

O ciclo de funcionamento da bomba ( $T_c$ ) é dado por:

$$T_c = T_s + T_D$$

onde:

$$T_s = \text{tempo de subida (min)} = V_u / Q_a$$

$$T_D = \text{tempo de descida (min)} = V_u / (Q_b - Q_a)$$

$V_u$  = volume útil do poço de sucção (m<sup>3</sup>)

$Q_a$  = vazão afluyente (m<sup>3</sup>/min)

$Q_b$  = vazão de bombeamento (m<sup>3</sup>/min)

Os tempos obtidos, para as vazões afluentes de início e final de plano, são apresentados no quadro a seguir:

Etapa	Vazão (m <sup>3</sup> /min)		T <sub>s</sub> (min)	T <sub>D</sub> (min)	T <sub>c</sub> (min)
Início de plano	Q <sub>min</sub>	0,260	21,5	9,1	30,6
	Q <sub>méd</sub>	0,409	13,7	12,0	25,7
	Q <sub>máx</sub>	0,863	6,5	452,7	459,2

Os ciclos de funcionamento são superiores à 10 min, atendendo à recomendação de que o conjunto motobomba não execute mais de 6 paradas por hora.

### Cálculo do NPSH

A sigla NPSH (Net Positive Suction Head) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações abaixo:

$$\text{NPSH disp} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - z - H_f \quad z = h_{\text{bomba}} - h_{\text{mín, suc}}$$

Onde:

$h_{\text{bomba}}$ = Cota do eixo da bomba	78,180
$h_{\text{mín, suc}}$ = Cota do NA mínimo do poço de sucção	78,470
Z = altura de sucção	0,290 m
$P_a$ = Pressão atmosférica	10330 Kg/m <sup>2</sup>
$P_v$ = Pressão de vapor	433,0 Kg/m <sup>2</sup>
$g$ = Peso específico da água	1000 Kg/m <sup>3</sup>
$h_f$ = Perda de carga localizada na sucção	0,024390144 m

**NPSH<sub>disp.</sub>** 9,58 m

**NPSH<sub>req.</sub>** 8,08 m

Como NPSH<sub>disp.</sub> > HPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente

### 7.5.3 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 3 – 20 anos

#### Vazões de Projeto

As vazões de projeto afluentes à estação elevatória são apresentadas no quadro a seguir:

Etapa	Ano	Vazão (L/s)		
		Mínima	Média	Máxima
ÚNICA	20 ANOS	8,04	16,07	34,44

#### Tubulação de Recalque

O diâmetro da tubulação de recalque (D) foi selecionado através da fórmula de Bresse:

$$D = K \times \sqrt{Q}$$

Onde:

K = coeficiente (adotado)	1,2
Q = vazão máxima afluente (m <sup>3</sup> /s)	0,03444
D = diâmetro calculado (mm)	222,70

A velocidade na tubulação (v) é assim calculada:

$$v = Q / (\rho \times D^2 / 4)$$

Os diâmetros e as velocidades resultantes são indicados no quadro abaixo:

Trecho	D (mm)		v (m/s)
	Calculado	Adotado	
Subida	223	150	1,9
Barrilete	223	150	1,9
Linha de adução	223	150	1,9

As velocidades obtidas atendem ao intervalo de 0,60 a 2,50 m/s recomendado.

### Perdas de Carga

#### a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua ( $h_{fc}$ ) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

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

Onde:

Q = vazão de bombeamento ( $m^3/s$ )

C = coeficiente de rugosidade

D = diâmetro da tubulação (m)

L = extensão da tubulação (m)

As perdas de carga contínuas, para tubulação nova e para tubulação velha, são obtidas conforme o quadro a seguir:

Trecho	D (mm)	L (m)	C		$h_{fc} (Q^{1,85})$	
			Tubo novo	Tubo velho	Tubo novo	Tubo velho
Subida	150	3,0	130,0	105,0	40,35	59,90
Barrilete	150	2,5	130,0	105,0	33,62	49,92
Linha de recalque	150	626,4	140,0	130,0	7.345,03	8.424,33
Total					7.419,00	8.534,15

### b) Perda de Carga Localizada

A perda de carga localizada ( $h_{fi}$ ) é calculada pela seguinte fórmula:

$$h_{fi} = Sk \times v^2 / 2g$$

Onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades

v = velocidade na tubulação (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Os valores dos somatórios do coeficiente k foram obtidos conforme o quadro a seguir:

Tipo de singularidade	Subida		Barrilete		Linha de recalque	
	Quant.	k	Quant.	k	Quant.	k
Ampliação gradual	1	0,30		0,00		0,00
Curva de 90°	1	0,40	1	0,40	3	1,20
Curva de 45°		0,00		0,00	4	0,80
Curva de 22°30'		0,00		0,00		0,00
Entrada de Borda		0,00		0,00		0,00
Entrada normal		0,00		0,00		0,00
Junção de 45°		0,00		0,00		0,00
Redução gradual		0,00		0,00		0,00
Registro de gaveta		0,00	1	0,20	2	0,40
Saída de canalização		0,00		0,00	1	1,00
Tê de passagem direta		0,00	2	1,20	4	2,40
Tê de saída lateral		0,00		0,00		0,00
Válvula de retenção		0,00	1	2,50		0,00
Sk		0,70		4,30		5,80

As perdas de carga localizadas são determinadas no quadro a seguir:

Trecho	Sk	D (mm)	v (Q m/s)	$h_{fi}$ (Q <sup>2</sup> )
Subida	0,70	150	56,62	114,37
Barrilete	4,30	150	56,62	702,53
Linha de recalque	5,80	150	56,62	947,60
Total				1.764,49

### Altura Geométrica

As alturas geométricas ( $H_g$ ) mínima e máxima são dadas, respectivamente, por:

$$H_{g,\min} = C_{\text{lanç}} - NA_{\text{máx}} \quad \text{e} \quad H_{g,\text{máx}} = C_{\text{lanç}} - NA_{\text{mín}}$$

onde:

$C_{\text{lanç}}$ = cota de lançamento do esgoto	95,404	m
$NA_{\text{máx}}$ = cota do nível máximo no poço de sucção	81,320	m
$NA_{\text{mín}}$ = cota do nível mínimo no poço de sucção	80,620	m

Sendo assim, tem-se:

$H_{g,\min}$ = altura geométrica mínima	14,08	m
$H_{g,\text{máx}}$ = altura geométrica máxima	14,78	m

### Altura Manométrica

A altura manométrica ( $H_m$ ) é dada por:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_{fl}$$

Logo, as expressões representativas da altura manométrica são as seguintes:

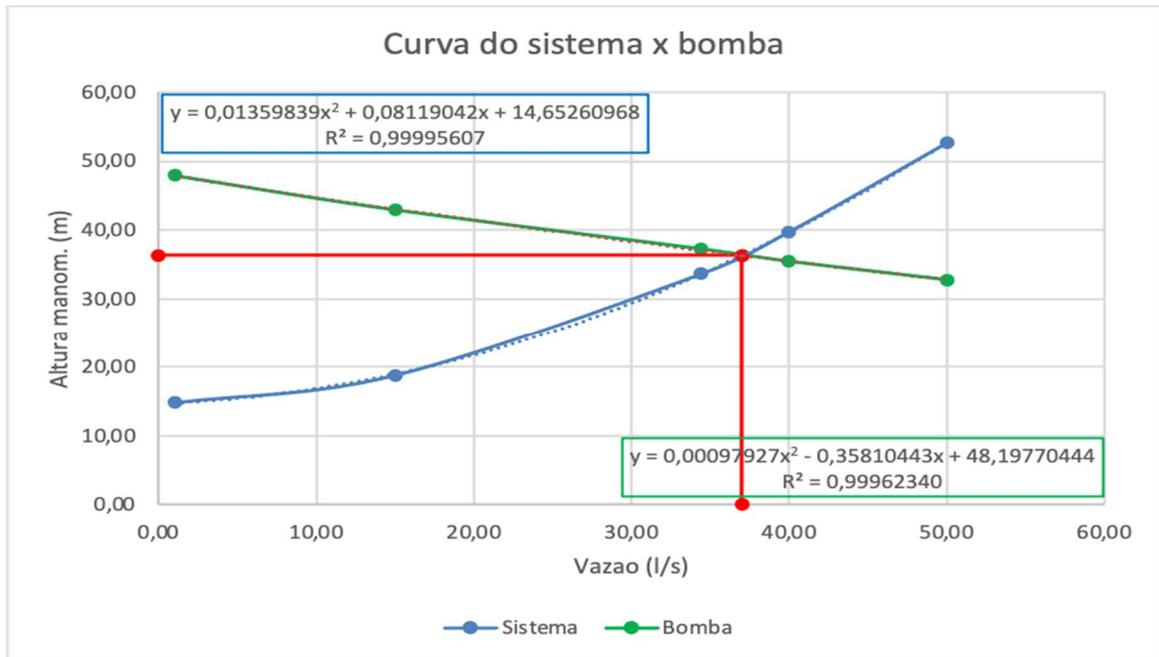
$$H_{m,\min} = 14,08 + 7.419,00 Q^{1,85} + 1.764,49 Q^2$$

$$H_{m,\text{máx}} = 14,78 + 8.534,15 Q^{1,85} + 1.764,49 Q^2$$

### Curvas do Sistema e Pontos de Operação

Os pontos das curvas características do sistema são determinados no quadro a seguir:

Q (L/s)	$H_{m,\min}$ (m)	$H_{m,\text{máx}}$ (m)	Bomba (m)
1,00	14,11	14,81	47,9
15,00	17,62	18,79	42,9
34,42	30,74	33,63	37,2
40,00	36,15	39,74	35,4
50,00	47,56	52,63	32,7



### Ponto de Operação

O ponto de operação encontrado através da interseção da curva do sistema vs a curva da bomba é:

Vazão de bombeamento 37,0 L/s  
 Altura manométrica 36,3 m

### Conjunto Motobomba

Será adotado conjunto motobomba com as seguintes características:

Marca	Flyght
Modelo de referência	NP 3171 HT
Curva	453
Tipo	Submersível
Número de bombas	1+1
Potência nominal	30,0 HP
Vazão	37,0 L/s (cada)
Altura manométrica	36,3 metros
Rotação	1.760 rpm

### Poço de Sucção

#### a) Volume Útil

O volume útil do poço de sucção ( $V_u$ ) é estimado pela seguinte expressão:

$$V_u = 2,5 \times Q_b$$

Onde:

$Q_b$  = vazão da bomba 2,221 m<sup>3</sup>/min

Logo:

$V_u$  = volume útil do poço de sucção 5,55 m<sup>3</sup>

Serão adotadas as seguintes dimensões para o poço de sucção:

C = Comprimento 6,00 m

L = Largura 3,00 m

$H_{u\text{calc.}}$  = altura útil calculada 0,31 m

$H_u$  = altura útil 0,70 m

Obs: Os poços são compartimentados, sendo 2 (três) poços vaso-comunicantes, resultando as dimensões adotadas.

O volume útil corrigido vale, então:

$V_u$  = volume útil corrigido 12,60 m<sup>3</sup>

#### b) Volume Morto

O volume morto ( $V_m$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível mínimo do esgoto em seu interior, sendo assim calculado:

$$V_m = A_b \times H_{\text{mín}}$$

Onde:

$A_b$  = área da base do poço de sucção 18,00 m<sup>2</sup>

$H_{\text{mín}}$  = altura mínima 0,60 m

Segundo SPO-024 para bombas submersíveis, adotar o valor recomendado pelo fabricante ou, no mínimo, 50 cm.

Com isso, obtém-se:

$V_m$  = volume morto do poço de sucção 10,80 m<sup>3</sup>

#### c) Volume Efetivo

O volume efetivo ( $V_e$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio de operação das bombas. Será admitido que o volume correspondente ao nível médio seja a metade do volume útil. Sendo assim:

$$V_e = V_m + V_u / 2$$

$V_e$  = volume efetivo do poço de sucção 17,10 m<sup>3</sup>

#### d) Tempo de Detenção

O tempo de detenção média no poço de sucção ( $T_d$ ) é dado por:

$$T_d = V_e / Q_{\text{méd}}$$

Onde:

$V_e$  = volume efetivo do poço de sucção 17,10 m<sup>3</sup>

$Q_{\text{méd}}$  = vazão média 0,964 m<sup>3</sup>/min

Logo:

$T_d$  = tempo de detenção no poço de sucção 17,7 min

Este valor atende ao tempo máximo de 30 min recomendado pela NBR 12208.

### Ciclo de Funcionamento

O ciclo de funcionamento da bomba ( $T_c$ ) é dado por:

$$T_c = T_s + T_D$$

onde:

$$T_s = \text{tempo de subida (min)} = V_u / Q_a$$

$$T_D = \text{tempo de descida (min)} = V_u / (Q_b - Q_a)$$

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção (m}^3\text{)}$$

$$Q_a = \text{vazão afluyente (m}^3\text{/min)}$$

$$Q_b = \text{vazão de bombeamento (m}^3\text{/min)}$$

Os tempos obtidos, para as vazões afluentes de início e final de plano, são apresentados no quadro a seguir:

Etapa	Vazão (m <sup>3</sup> /min)		T <sub>s</sub> (min)	T <sub>D</sub> (min)	T <sub>c</sub> (min)
Início de plano	Q <sub>mín</sub>	0,482	26,1	7,2	33,4
	Q <sub>méd</sub>	0,964	13,1	10,0	23,1
	Q <sub>máx</sub>	2,066	6,1	81,7	87,8

Os ciclos de funcionamento são superiores à 10 min, atendendo à recomendação de que o conjunto motobomba não execute mais de 6 paradas por hora.

### Cálculo do NPSH

A sigla NPSH (Net Positive Suction Head) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações abaixo:

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - z - H_f \quad z = h_{\text{bomba}} - h_{\text{mín, suc}}$$

Onde:

$h_{\text{bomba}}$ = Cota do eixo da bomba	80,350
$h_{\text{mín, suc}}$ = Cota do NA mínimo do poço de sucção	80,620
Z = altura de sucção	0,270 m
$P_a$ = Pressão atmosférica	10330 Kg/m <sup>2</sup>
$P_v$ = Pressão de vapor	433,0 Kg/m <sup>2</sup>
g = Peso específico da água	1000 Kg/m <sup>3</sup>
$h_f$ = Perda de carga localizada na sucção	0,15682232 m

$$\text{NPSH}_{\text{disp.}} \quad 9,47 \text{ m}$$

$$\text{NPSH}_{\text{req.}} \quad 5,46 \text{ m}$$

Como  $\text{NPSH}_{\text{disp.}} > \text{NPSH}_{\text{req.}}$  o sistema funcionará normalmente

#### 7.5.4 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 4 – 20 anos

##### Vazões de Projeto

As vazões de projeto afluentes à estação elevatória são apresentadas no quadro a seguir:

Etapa	Ano	Vazão (L/s)		
		Mínima	Média	Máxima
ÚNICA	20 ANOS	5,17	7,45	15,61

##### Tubulação de Recalque

O diâmetro da tubulação de recalque (D) foi selecionado através da fórmula de Bresse:

$$D = K \times \sqrt{Q}$$

onde:

K = coeficiente (adotado)

Q = vazão máxima afluyente (m<sup>3</sup>/s)

D = diâmetro calculado (mm)

K	1,2
Q	0,01561
D	149,93

A velocidade na tubulação (v) é assim calculada:

$$v = Q / (\pi \times D^2 / 4)$$

Os diâmetros e as velocidades resultantes são indicados no quadro abaixo:

Trecho	D (mm)		v (m/s)
	Calculado	Adotado	
Subida	150	150	0,9
Barrilete	150	150	0,9
Linha de adução	150	150	0,9

As velocidades obtidas atendem ao intervalo de 0,60 a 2,50 m/s recomendado.

## Perdas de Carga

### a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua ( $h_{fc}$ ) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

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

Onde:

Q = vazão de bombeamento ( $m^3/s$ )

C = coeficiente de rugosidade

D = diâmetro da tubulação (m)

L = extensão da tubulação (m)

As perdas de carga contínuas, para tubulação nova e para tubulação velha, são obtidas conforme o quadro a seguir:

Trecho	D (mm)	L (m)	C		$h_{fc} (Q^{1,85})$	
			Tubo novo	Tubo velho	Tubo novo	Tubo velho
Subida	150	3,0	130,0	105,0	40,35	59,90
Barrilete	150	2,5	130,0	105,0	33,62	49,92
Linha de recalque	150	818,5	140,0	130,0	9.597,43	11.007,70
Total					9.671,40	11.117,52

### b) Perda de Carga Localizada

A perda de carga localizada ( $h_{fl}$ ) é calculada pela seguinte fórmula:

$$h_{fl} = Sk \times v^2 / 2g$$

onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades

v = velocidade na tubulação (m/s)

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

Os valores dos somatórios do coeficiente k foram obtidos conforme o quadro a seguir:

Tipo de singularidade	Subida		Barrilete		Linha de recalque	
	Quant.	k	Quant.	k	Quant.	k
Ampliação gradual	1	0,30		0,00		0,00
Curva de 90°	1	0,40	1	0,40	5	2,00
Curva de 45°		0,00		0,00		0,00
Curva de 22°30'		0,00		0,00		0,00
Entrada de Borda		0,00		0,00		0,00
Entrada normal		0,00		0,00		0,00
Junção de 45°		0,00		0,00		0,00
Redução gradual		0,00		0,00		0,00
Registo de gaveta		0,00	1	0,20	12	2,40
Saída de canalização		0,00		0,00	1	1,00
Tê de passagem direta		0,00	2	1,20	5	3,00
Tê de saída lateral		0,00		0,00		0,00
Válvula de retenção		0,00	1	2,50		0,00
Sk		0,70		4,30		8,40

As perdas de carga localizadas são determinadas no quadro a seguir:

Trecho	Sk	D (mm)	v (Q m/s)	h <sub>fl</sub> (Q <sup>2</sup> )
Subida	0,70	150	56,62	114,37
Barrilete	4,30	150	56,62	702,53
Linha de recalque	8,40	150	56,62	1.372,38
Total				2.189,28

### Altura Geométrica

As alturas geométricas (H<sub>g</sub>) mínima e máxima são dadas, respectivamente, por:

$$H_{g,\min} = C_{lan\ç} - NA_{\max} \quad e \quad H_{g,\max} = C_{lan\ç} - NA_{\min}$$

onde:

C <sub>lanç</sub> = cota de lançamento do esgoto	83,500	m
NA <sub>máx</sub> = cota do nível máximo no poço de sucção	78,130	m
NA <sub>mín</sub> = cota do nível mínimo no poço de sucção	77,330	m

Sendo assim, tem-se:

$$H_{g,\text{mín}} = \text{altura geométrica mínima} \quad 5,37 \text{ m}$$

$$H_{g,\text{máx}} = \text{altura geométrica máxima} \quad 6,17 \text{ m}$$

### Altura Manométrica

A altura manométrica ( $H_m$ ) é dada por:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_{fi}$$

Logo, as expressões representativas da altura manométrica são as seguintes:

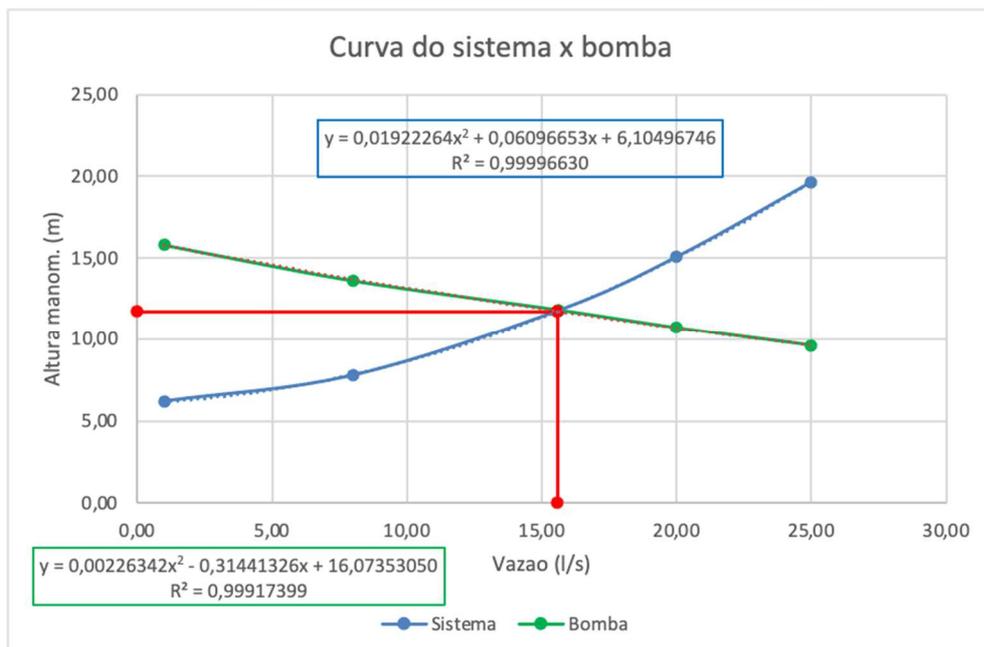
$$H_{m,\text{mín}} = 5,37 + 9.671,40 Q^{1,85} + 2.189,28 Q^2$$

$$H_{m,\text{máx}} = 6,17 + 11.117,52 Q^{1,85} + 2.189,28 Q^2$$

### Curvas do Sistema e Pontos de Operação

Os pontos das curvas características do sistema são determinados no quadro a seguir:

Q (L/s)	$H_{m,\text{mín}}$ (m)	$H_{m,\text{máx}}$ (m)	Bomba (m)
1,00	5,40	6,20	15,8
8,00	6,79	7,78	13,6
15,61	10,30	11,76	11,8
20,00	13,20	15,04	10,7
25,00	17,25	19,62	9,6



### Ponto de Operação

O ponto de operação encontrado através da interseção da curva do sistema vs a curva da bomba é:

Vazão de bombeamento	15,6 L/s
Altura manométrica	11,7 m

### Conjunto MotoBomba

Será adotado conjunto motobomba com as seguintes características:

Marca	Flyght
Modelo de referência	NP 3102 MT
Curva	Adaptive 463
Tipo	Submersível
Número de bombas	1+1
Potência nominal	6,5 HP
Vazão	15,6 L/s (cada)
Altura manométrica	11,7 metros
Rotação	1.800 rpm

### Poço de Sucção

#### a) Volume Útil

O volume útil do poço de sucção ( $V_u$ ) é estimado pela seguinte expressão:

$$V_u = 2,5 \times Q_b$$

Onde:

$$Q_b = \text{vazão da bomba} \quad 0,935 \text{ m}^3/\text{min}$$

Logo:

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção} \quad 2,34 \text{ m}^3$$

Serão adotadas as seguintes dimensões para o poço de sucção:

C = Comprimento	4,00 m
L = Largura	2,00 m
$H_{u\text{calc.}}$ = altura útil calculada	0,29 m
$H_u$ = altura útil	0,80 m

Obs: Os poços são compartimentados, sendo 2 (três) poços vaso-comunicantes, resultando as dimensões adotadas.

O volume útil corrigido vale, então:

$$V_u = \text{volume útil corrigido} \quad 6,40 \text{ m}^3$$

### b) Volume Morto

O volume morto ( $V_m$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível mínimo do esgoto em seu interior, sendo assim calculado:

$$V_m = A_b \times H_{\min}$$

onde:

$$A_b = \text{área da base do poço de sucção} \quad 8,00 \text{ m}^2$$

$$H_{\min} = \text{altura mínima} \quad 0,60 \text{ m}$$

Segundo SPO-024 para bombas submersíveis, adotar o valor recomendado pelo fabricante ou, no mínimo, 50 cm.

Com isso, obtém-se:

$$V_m = \text{volume morto do poço de sucção} \quad 4,80 \text{ m}^3$$

### c) Volume Efetivo

O volume efetivo ( $V_e$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio de operação das bombas. Será admitido que o volume correspondente ao nível médio seja a metade do volume útil. Sendo assim:

$$V_e = V_m + V_u / 2$$

$$V_e = \text{volume efetivo do poço de sucção} \quad 8,00 \text{ m}^3$$

### d) Tempo de Detenção

O tempo de detenção média no poço de sucção ( $T_d$ ) é dado por:

$$T_d = V_e / Q_{\text{méd}}$$

Onde:

$$V_e = \text{volume efetivo do poço de sucção} \quad 8,00 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{méd}} = \text{vazão média} \quad 0,447 \text{ m}^3/\text{min}$$

Logo:

$$T_d = \text{tempo de detenção no poço de sucção} \quad 17,9 \text{ min}$$

Este valor atende ao tempo máximo de 30 min recomendado pela NBR 12208.

### **Ciclo de Funcionamento**

O ciclo de funcionamento da bomba ( $T_c$ ) é dado por:

$$T_c = T_s + T_D$$

Onde:

$$T_s = \text{tempo de subida (min)} = V_u / Q_a$$

$$T_D = \text{tempo de descida (min)} = V_u / (Q_b - Q_a)$$

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção (m}^3\text{)}$$

$$Q_a = \text{vazão afluente (m}^3\text{/min)}$$

$$Q_b = \text{vazão de bombeamento (m}^3\text{/min)}$$

Os tempos obtidos, para as vazões afluentes de início e final de plano, são apresentados no quadro a seguir:

Etapa	Vazão (m <sup>3</sup> /min)		T <sub>s</sub> (min)	T <sub>D</sub> (min)	T <sub>C</sub> (min)
Início de plano	Q <sub>mín</sub>	0,310	20,6	10,2	30,9
	Q <sub>méd</sub>	0,447	14,3	13,1	27,4
	Q <sub>máx</sub>	0,937	6,8	-4088,7	-4081,8

ATENÇÃO: Ciclo de funcionamento < 10 min. Recalcular.

### Cálculo do NPSH

A sigla NPSH (Net Positive Suction Head) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações abaixo:

$$\text{NPSH disp} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - z - H_f \qquad z = h_{\text{bomba}} - h_{\text{mín, suc}}$$

Onde:

$h_{\text{bomba}}$ = Cota do eixo da bomba	76,940
$h_{\text{mín, suc}}$ = Cota do NA mínimo do poço de sucção	77,330
Z = altura de sucção	0,390 m
$P_a$ = Pressão atmosférica	10330 Kg/m <sup>2</sup>
$P_v$ = Pressão de vapor	433,0 Kg/m <sup>2</sup>
$\gamma$ = Peso específico da água	1000 Kg/m <sup>3</sup>
$h_f$ = Perda de carga localizada na sucção	0,02780293 m

**NPSH<sub>disp.</sub>** 9,48 m

**NPSH<sub>req.</sub>** 4,79 m

Como NPSH<sub>disp.</sub> > HPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente.

### 7.5.5 Estação Elevatória de Esgoto da Sub-bacia 5 – 20 anos

#### Vazões de Projeto

As vazões de projeto afluentes à estação elevatória são apresentadas no quadro a seguir:

Etapa	Ano	Vazão (L/s)		
		Mínima	Média	Máxima
ÚNICA	20 ANOS	0,91	1,14	2,51

### Tubulação de Recalque

O diâmetro da tubulação de recalque (D) foi selecionado através da fórmula de Bresse:

$$D = K \times \sqrt{Q}$$

onde:

K = coeficiente (adotado)

Q = vazão máxima afluyente (m<sup>3</sup>/s)

D = diâmetro calculado (mm)

1,2
0,00251
60,12

A velocidade na tubulação (v) é assim calculada:

$$v = Q / (\pi \times D^2 / 4)$$

Os diâmetros e as velocidades resultantes são indicados no quadro abaixo:

Trecho	D (mm)		v (m/s)
	Calculado	Adotado	
Subida	60	100	0,3
Barrilete	60	100	0,3
Linha de adução	60	100	0,3

A(s) velocidade(s) obtida(s) encontra(m)-se fora do intervalo de 0,60 a 2,50 m/s recomendado.

Obs: Como se trata de águas residuárias, aconselha-se utilizar diâmetro mínimo de 100mm, visando evitar entupimento na tubulação. Será considerada uma bomba com vazão mínima de 4,8 l/s, vazão mínima necessária para manter a velocidade mínima recomendada.

### Perdas de Carga

#### a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua ( $h_{fc}$ ) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

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

Onde:

Q = vazão de bombeamento (m<sup>3</sup>/s)

C = coeficiente de rugosidade

D = diâmetro da tubulação (m)

L = extensão da tubulação (m)

As perdas de carga contínuas, para tubulação nova e para tubulação velha, são obtidas conforme o quadro a seguir:

Trecho	D (mm)	L (m)	C		h <sub>fc</sub> (Q <sup>1,85</sup> )	
			Tubo novo	Tubo velho	Tubo novo	Tubo velho
Subida	100	3,0	130,0	105,0	290,66	431,50
Barrilete	100	2,5	130,0	105,0	242,22	359,59
Linha de recalque	100	955,9	140,0	130,0	80.752,00	92.617,90
Total					81.284,88	93.409,00

#### b) Perda de Carga Localizada

A perda de carga localizada (h<sub>fl</sub>) é calculada pela seguinte fórmula:

$$h_{fl} = Sk \times v^2 / 2g$$

Onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades

v = velocidade na tubulação (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Os valores dos somatórios do coeficiente k foram obtidos conforme o quadro a seguir:

Tipo de singularidade	Subida		Barrilete		Linha de recalque	
	Quant.	k	Quant.	k	Quant.	k
Ampliação gradual	1	0,30		0,00		0,00
Curva de 90°	1	0,40	1	0,40	3	1,20
Curva de 45°		0,00		0,00	2	0,40
Curva de 22°30'		0,00		0,00		0,00
Entrada de Borda		0,00		0,00		0,00
Entrada normal		0,00		0,00		0,00
Junção de 45°		0,00		0,00		0,00
Redução gradual		0,00		0,00		0,00
Registro de gaveta		0,00	1	0,20	2	0,40

Saída de canalização		0,00		0,00	1	1,00
Tê de passagem direta		0,00	2	1,20	3	1,80
Tê de saída lateral		0,00		0,00		0,00
Válvula de retenção		0,00	1	2,50		0,00
Sk		0,70		4,30		4,80

As perdas de carga localizadas são determinadas no quadro a seguir:

Trecho	Sk	D (mm)	v (Q m/s)	$h_{fl}$ (Q <sup>2</sup> )
Subida	0,70	100	127,39	578,97
Barrilete	4,30	100	127,39	3.556,56
Linha de recalque	4,80	100	127,39	3.970,11
Total				8.105,65

### Altura Geométrica

As alturas geométricas ( $H_g$ ) mínima e máxima são dadas, respectivamente, por:

$$H_{g,\min} = C_{lan\grave{c}} - NA_{\max} \quad \text{e} \quad H_{g,\max} = C_{lan\grave{c}} - NA_{\min}$$

onde:

$$C_{lan\grave{c}} = \text{cota de lançamento do esgoto} \quad 89,949 \text{ m}$$

$$NA_{\max} = \text{cota do nível máximo no poço de sucção} \quad 79,220 \text{ m}$$

$$NA_{\min} = \text{cota do nível mínimo no poço de sucção} \quad 78,820 \text{ m}$$

Sendo assim, tem-se:

$$H_{g,\min} = \text{altura geométrica mínima} \quad 10,73 \text{ m}$$

$$H_{g,\max} = \text{altura geométrica máxima} \quad 11,13 \text{ m}$$

### Altura Manométrica

A altura manométrica ( $H_m$ ) é dada por:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_{fl}$$

Logo, as expressões representativas da altura manométrica são as seguintes:

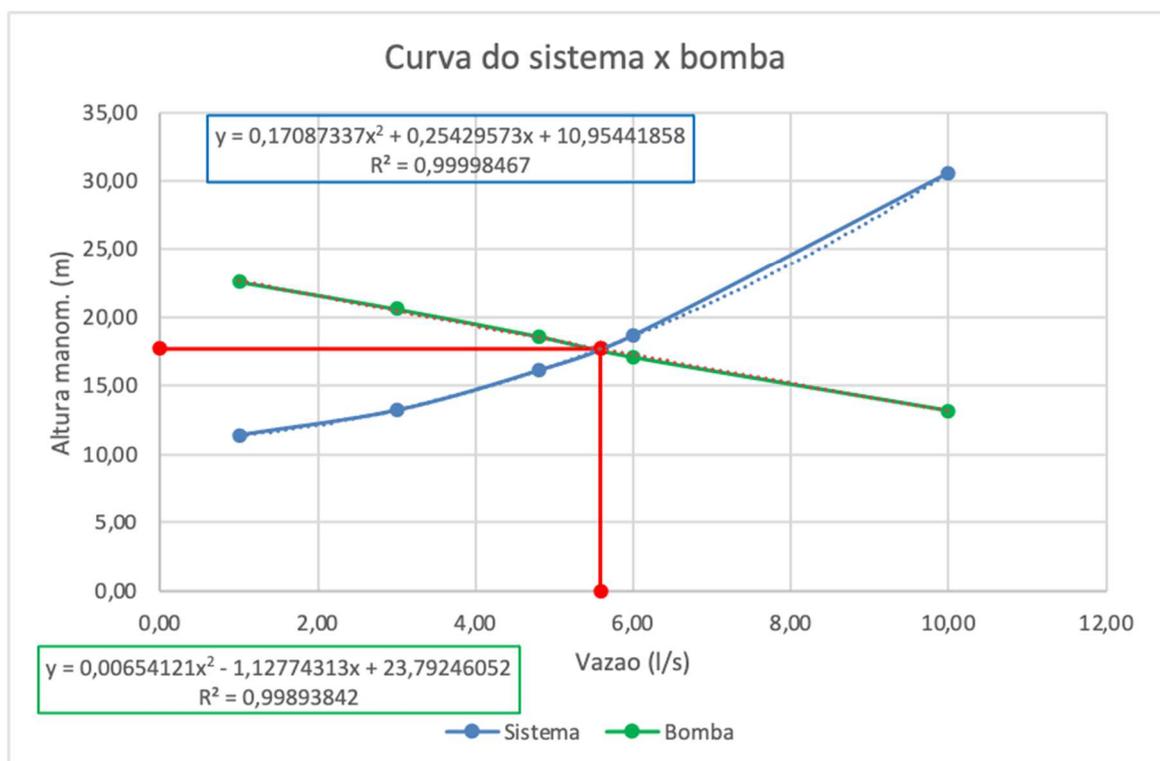
$$H_{m,\min} = 10,73 + 81.284,88 Q^{1,85} + 8.105,65 Q^2$$

$$H_{m,\max} = 11,13 + 93.409,00 Q^{1,85} + 8.105,65 Q^2$$

### Curvas do Sistema e Pontos de Operação

Os pontos das curvas características do sistema são determinados no quadro a seguir:

Q (L/s)	H <sub>m,min</sub> (m)	H <sub>m,máx</sub> (m)	Bomba (m)
1,00	10,97	11,40	22,6
3,00	12,55	13,21	20,6
4,80	15,09	16,11	18,6
6,00	17,32	18,66	17,1
10,00	27,76	30,58	13,2



### Ponto de Operação

O ponto de operação encontrado através da interseção da curva do sistema vs a curva da bomba é:

Vazão de bombeamento: 5,6 L/s  
 Altura manométrica: 17,7 m

### Conjunto MotoBomba

Será adotado conjunto motobomba com as seguintes características:

Marca: Flyght  
 Modelo de referência: NP 3085 SH  
 Curva: Adaptive 256

Tipo	Submersível
Número de bombas	1+1
Potência nominal	4,0 HP
Vazão	5,6 L/s (cada)
Altura manométrica	17,7 metros
Rotação	3.420 rpm

### Poço de Sucção

#### a) Volume Útil

O volume útil do poço de sucção ( $V_u$ ) é estimado pela seguinte expressão:

$$V_u = 2,5 \times Q_b$$

Onde:

$$Q_b = \text{vazão da bomba} \quad 0,335 \text{ m}^3/\text{min}$$

Logo:

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção} \quad 0,84 \text{ m}^3$$

Serão adotadas as seguintes dimensões para o poço de sucção:

$$C = \text{Comprimento} \quad 4,00 \text{ m}$$

$$L = \text{Largura} \quad 2,00 \text{ m}$$

$$H_{u\text{calc.}} = \text{altura útil calculada} \quad 0,10 \text{ m}$$

$$H_u = \text{altura útil} \quad 0,40 \text{ m}$$

Obs: Os poços são compartimentados, sendo 2 (três) poços vaso-comunicantes, resultando as dimensões adotadas.

O volume útil corrigido vale, então:

$$V_u = \text{volume útil corrigido} \quad 3,20 \text{ m}^3$$

#### b) Volume Morto

O volume morto ( $V_m$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível mínimo do esgoto em seu interior, sendo assim calculado:

$$V_m = A_b \times H_{\text{mín}}$$

onde:

$$A_b = \text{área da base do poço de sucção} \quad 8,00 \text{ m}^2$$

$$H_{\text{mín}} = \text{altura mínima} \quad 0,30 \text{ m}$$

Segundo SPO-024 para bombas submersíveis, adotar o valor recomendado pelo fabricante ou, no mínimo, 50 cm.

Com isso, obtém-se:

$$V_m = \text{volume morto do poço de sucção} \quad 2,40 \text{ m}^3$$

### c) Volume Efetivo

O volume efetivo ( $V_e$ ) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio de operação das bombas. Será admitido que o volume correspondente ao nível médio seja a metade do volume útil. Sendo assim:

$$V_e = V_m + V_u / 2$$

$$V_e = \text{volume efetivo do poço de sucção} \quad 4,00 \text{ m}^3$$

### d) Tempo de Detenção

O tempo de detenção média no poço de sucção ( $T_d$ ) é dado por:

$$T_d = V_e / Q_{\text{méd}}$$

onde:

$$V_e = \text{volume efetivo do poço de sucção} \quad 4,00 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{méd}} = \text{vazão média} \quad 0,068 \text{ m}^3/\text{min}$$

Logo:

$$T_d = \text{tempo de detenção no poço de sucção} \quad 58,5 \text{ min}$$

ATENÇÃO: Tempo de detenção > 30 min. Recalcular.

### Ciclo de Funcionamento

O ciclo de funcionamento da bomba ( $T_c$ ) é dado por:

$$T_c = T_s + T_D$$

onde:

$$T_s = \text{tempo de subida (min)} = V_u / Q_a$$

$$T_D = \text{tempo de descida (min)} = V_u / (Q_b - Q_a)$$

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção (m}^3\text{)}$$

$$Q_a = \text{vazão afluyente (m}^3\text{/min)}$$

$$Q_b = \text{vazão de bombeamento (m}^3\text{/min)}$$

Os tempos obtidos, para as vazões afluentes de início e final de plano, são apresentados no quadro a seguir:

Etapa	Vazão (m <sup>3</sup> /min)		T <sub>s</sub> (min)	T <sub>D</sub> (min)	T <sub>c</sub> (min)
Início de plano	Q <sub>min</sub>	0,055	58,6	11,4	70,0
	Q <sub>méd</sub>	0,068	46,8	12,0	58,8
	Q <sub>máx</sub>	0,151	21,2	17,4	38,6

Os ciclos de funcionamento são superiores à 10 min, atendendo à recomendação de que o conjunto motobomba não execute mais de 6 paradas por hora.

## Cálculo do NPSH

A sigla NPSH (Net Positive Suction Head) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações abaixo:

$$\text{NPSH disp} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - z - H_f \quad z = h_{\text{bomba}} - h_{\text{min, suc}}$$

Onde:

$h_{\text{bomba}}$ = Cota do eixo da bomba	78,730
$h_{\text{min, suc}}$ = Cota do NA mínimo do poço de sucção	78,820
Z = altura de sucção	0,090 m
$P_a$ = Pressão atmosférica	10330 Kg/m <sup>2</sup>
$P_v$ = Pressão de vapor	433,0 Kg/m <sup>2</sup>
g = Peso específico da água	1000 Kg/m <sup>3</sup>
$h_f$ = Perda de carga localizada na sucção	0,018064804 m
<b>NPSH<sub>disp.</sub></b>	9,79 m
<b>NPSH<sub>req.</sub></b>	5,31 m

Como NPSH<sub>disp.</sub> > NPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente.

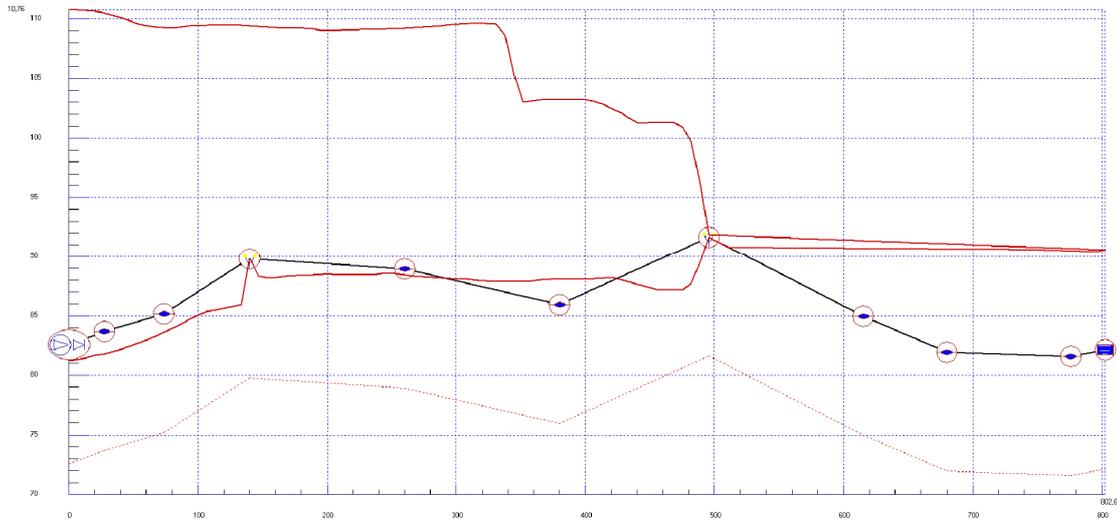
## 7.6 TRANSIENTES HIDRÁULICOS

### 7.6.1 Transiente Hidráulico da EEE-1

Na simulação do transiente hidráulico da EEE, foram consideradas as seguintes características:

- Vazão..... 5,38 l/s
- Comprimento total ..... 802,6m
- Material da Tubulação ..... DEFoFo
- Diâmetro da Tubulação..... 100 mm
- Pressão máxima ..... 80 mca
- Pressão mínima..... - 4 mca

## Envoltória Sem Proteção



### Resultado dos Nós Sem Proteção

#### REGIMEN PERMANENTE

Caudal Rêgimen (m³/seg)	0,005
Altura que da la Bomba (m)	11,37
Rendimento Bomba (%)	79,45

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	93,926	93,812	93,619	93,341	92,839
Altura final (m)	93,812	93,619	93,341	92,839	92,338

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
Altura inicial (m)	92,338	91,854	91,354	91,084	90,683
Altura final (m)	91,854	91,354	91,084	90,683	90,571

PRESIONES POR TRAMO
Altura inicial (m)
Altura final (m)

#### PRESIONES MÀXIMAS Y MÏNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	3	4	5
PresiÛn M-xima (mca)	28,202	27,913	27,595	27,23	26,807
Instante (s)	23,082	23,082	23,064	23,046	23,028
PresiÛn M-xima (mca)	-1,346	-1,521	-1,628	-1,736	-1,912
Instante (s)	3,836	3,818	3,8	3,782	3,764
NODOS TRAMO 2	1	2	4	6	8
PresiÛn M-xima (mca)	26,807	26,398	25,487	24,678	24,092
Instante (s)	23,028	23,01	22,975	22,939	22,903
PresiÛn M-xima (mca)	-1,912	-1,931	-1,901	-1,792	-1,56
Instante (s)	3,764	3,746	3,709	3,673	3,637
NODOS TRAMO 3	1	2	5	8	11
PresiÛn M-xima (mca)	24,092	23,6	22,407	21,047	19,609
Instante (s)	22,903	22,885	22,795	22,759	22,723

PresiÛn Mìnima (mca)	-1,56	-1,69	-1,988	-2,81	0	
Instante (s)	3,637	3,619	3,565	3,51	2,678	
<b>NODOS TRAMO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
PresiÛn M-xima (mca)	19,609	19,618	19,655	19,674	19,963	20,294
Instante (s)	22,723	22,706	22,634	22,508	22,454	22,329
PresiÛn Mìnima (mca)	0	-1,424	-1,178	-0,877	-0,701	-0,499
Instante (s)	2,678	23,566	23,638	25,037	25,037	24,875
<b>NODOS TRAMO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
PresiÛn M-xima (mca)	20,294	20,529	21,452	22,271	16,362	17,309
Instante (s)	22,329	22,329	22,221	22,239	22,06	22,096
PresiÛn Mìnima (mca)	-0,499	-0,409	0,075	0,553	1,25	2,134
Instante (s)	24,875	24,857	24,804	24,732	24,732	24,66
<b>NODOS TRAMO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
PresiÛn M-xima (mca)	17,309	16,965	15,187	12,248	10,978	0,207
Instante (s)	22,096	22,096	22,024	21,952	21,88	1,086
PresiÛn Mìnima (mca)	2,134	1,803	0,562	-1,344	-3,145	-0,001
Instante (s)	24,66	24,642	24,571	24,32	24,391	21,701
<b>NODOS TRAMO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
PresiÛn M-xima (mca)	0,207	0,57	2,024	3,478	4,931	6,385
Instante (s)	1,086	0,977	0,905	1,448	0,76	0,688
PresiÛn Mìnima (mca)	-0,001	-0,001	1,094	2,642	4,188	5,736
Instante (s)	21,701	21,701	34,192	34,192	32,992	32,903
<b>NODOS TRAMO 8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
PresiÛn M-xima (mca)	6,385	6,692	7,306	7,919	8,533	9,147
Instante (s)	0,688	1,61	1,574	1,43	1,719	1,683
PresiÛn Mìnima (mca)	5,736	6,066	6,727	7,39	8,053	8,713
Instante (s)	32,903	32,885	32,867	32,867	34,192	34,192
<b>NODOS TRAMO 9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
PresiÛn M-xima (mca)	9,147	9,143	9,129	9,115	9,105	
Instante (s)	1,683	1,755	1,592	2,714	4,27	
PresiÛn Mìnima (mca)	8,713	8,732	8,812	8,893	8,905	
Instante (s)	34,192	34,192	34,192	34,103	2,045	
<b>NODOS TRAMO 10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
PresiÛn M-xima (mca)	9,103	8,944	8,783	8,619	8,45	
Instante (s)	5,881	7,491	5,917	5,935	0,018	
PresiÛn Mìnima (mca)	8,904	8,742	8,581	8,42	8,45	
Instante (s)	2,171	2,153	2,135	2,117	0	

**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, toda a linha de recalque apresenta as pressões dentro da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, maior do que – 4 mca para subpressão e menor do que 80 mca para sobrepressão, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será considerada apenas a utilização de ventosas para proteção da linha.

**Dados dos Nós Sem Proteção**

<b>Elemento</b>	<b>Nudo 1</b>
Caudal de r�gimen(m�/seg)	0,0054
Diferencia descarga-aspiraci�n(m)	7,011
Altura de aspiraci�n(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coeficiente A	13,663
Coeficiente B	0
Coeficiente C	93709
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	296,3
Coeficiente E	-27435
Velocidad de giro(rpm)	3305
Inercia(Kg�m�)	0,006
Tiempo de desconexi�n(seg)	0
Tiempo de arranque(seg)	0
Número de bombas	1
<b>Válvula de Alivio</b>	
Presion de tarado (mca)	80
Coeficiente de p�rdidas (m/(m�/seg)�)	347
<b>Válvula de Retención</b>	
Velocidad M�nima (m/seg)	0,2
Tipo de válvula	Bola

<b>Ventosa</b>	<b>Nudo 4</b>
Coeficiente de admisión(m�/(min*bar))	62,5
Coeficiente de expulsión(m�/(min*bar))	3,71
<b>Válvula de Alivio</b>	
Presion de tarado (mca)	80
Coeficiente de p�rdidas (m/(m�/seg)�)	347

<b>Ventosa</b>	<b>Nudo 7</b>
Coeficiente de admisión(m�/(min*bar))	62,5
Coeficiente de expulsión(m�/(min*bar))	3,71
<b>Válvula de Alivio</b>	
Presion de tarado (mca)	80
Coeficiente de p�rdidas (m/(m�/seg)�)	347

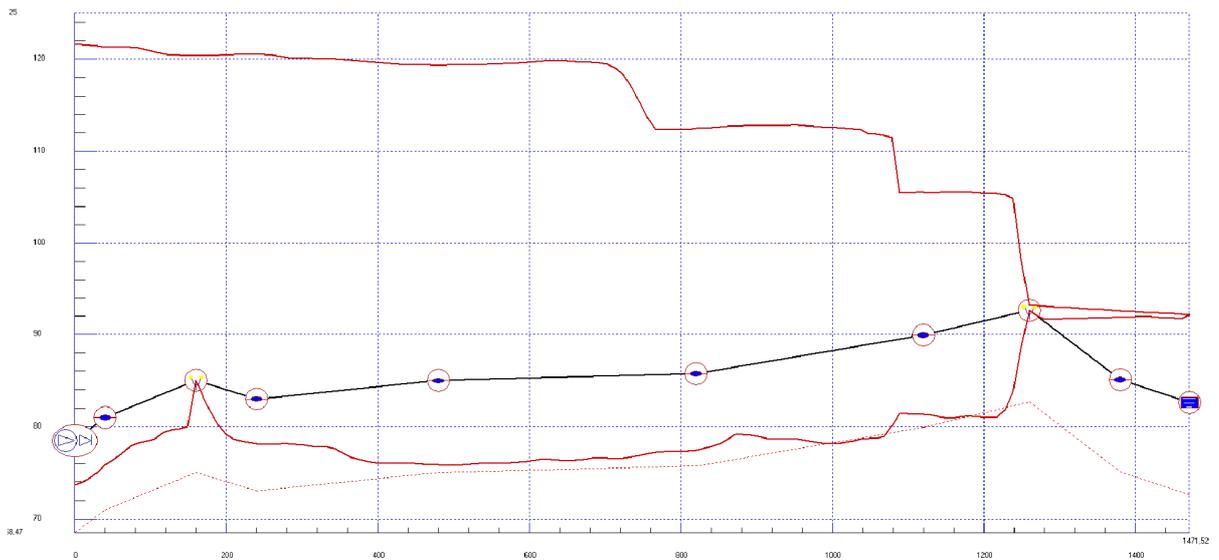
<b>Depósito</b>	<b>Nudo 11</b>
Nivel(m)	8,45

## 7.6.2 Transiente Hidráulico da EEE-2

Na simulação do transiente hidráulico da EEE, foram consideradas as seguintes características:

- Vazão.....14,60 l/s
- Comprimento total .....1.471,5 m
- Material da Tubulação .....DEFoFo
- Diâmetro da Tubulação..... 150 mm
- Pressão máxima ..... 80 mca
- Pressão mínima..... - 4 mca

### Envoltória Sem Proteção



### Resultado dos Nós Sem Proteção

#### REGIMEN PERMANENTE

Caudal Rêgimen (m³/seg)	0,0146
Altura que da la Bomba (m)	20,73
Rendimento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	99,202	99,01	98,432	98,047	96,892
Altura final (m)	99,01	98,432	98,047	96,892	95,256

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Altura inicial (m)	95,256	93,812	93,138	92,56
Altura final (m)	93,812	93,138	92,56	92,12

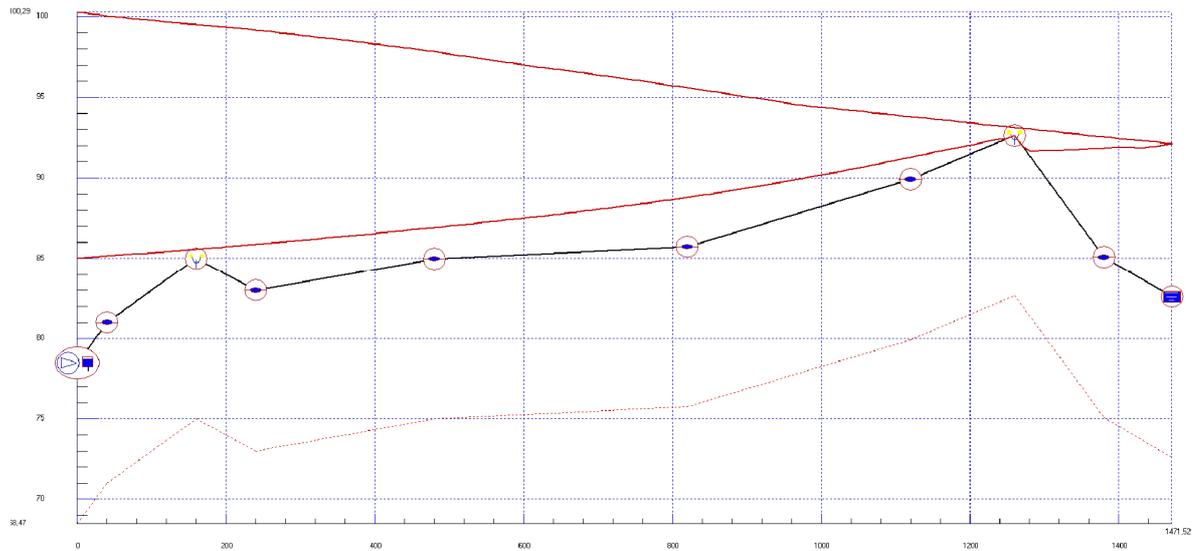
#### PRESIONES MxIMAS Y MõNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	3	4	5
PresiÕn M-xima (mca)	43,118	42,463	41,765	41,045	40,304
Instante (s)	47,207	47,207	47,207	47,234	47,262
PresiÕn Mõnima (mca)	-4,809	-5,131	-5,301	-5,374	-5,098
Instante (s)	7,261	7,234	7,206	7,179	3,851
NODOS TRAMO 2	1	2	5	8	11
PresiÕn M-xima (mca)	40,304	39,956	38,738	37,025	35,761

Instante (s)	47,262	47,343	47,343	47,289	24,583	
Presi�n M�nima (mca)	-5,098	-4,911	-4,26	-4,222	-4,649	
Instante (s)	3,851	3,823	3,741	3,658	3,576	
<b>NODOS TRAMO 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	
Presi�n Máxima (mca)	35,372	35,623	36,18	36,746	37,269	
Instante (s)	24,665	24,693	24,748	24,803	24,857	
Presi�n M�nima (mca)	-0,002	-1,574	-4,124	-5,105	-4,942	
Instante (s)	6,024	52,137	52,137	52,165	52,219	
<b>NODOS TRAMO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	
Presi�n Máxima (mca)	37,51	37,401	36,455	35,697	34,74	
Instante (s)	24,857	24,885	25,05	25,187	25,406	
Presi�n M�nima (mca)	-4,83	-5,024	-5,751	-7,703	-8,621	
Instante (s)	52,246	52,274	29,956	52,6	52,6	
<b>NODOS TRAMO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	
Presi�n Máxima (mca)	34,344	34,328	34,341	34,344	29,714	
Instante (s)	25,516	25,543	25,763	25,927	25,9	
Presi�n M�nima (mca)	-9,149	-9,199	-9,152	-9,027	-8,696	
Instante (s)	52,492	52,492	52,628	52,11	52,246	
<b>NODOS TRAMO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	
Presi�n Máxima (mca)	26,739	26,603	25,761	24,397	22,172	
Instante (s)	25,104	25,132	25,214	25,022	25,022	
Presi�n M�nima (mca)	-8,316	-8,278	-8,33	-10,056	-9,312	
Instante (s)	52,029	52,029	31,899	31,707	31,598	
<b>NODOS TRAMO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
Presi�n Máxima (mca)	15,611	15,355	14,569	13,564	0,49	
Instante (s)	25,708	25,681	24,528	24,638	2,503	
Presi�n M�nima (mca)	-8,609	-8,894	-9,843	-10,859	-0,004	
Instante (s)	3,383	31,27	3,521	31,188	20,903	
<b>NODOS TRAMO 8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	
Presi�n Máxima (mca)	0,49	1,125	3,029	4,934	6,839	
Instante (s)	2,503	2,42	2,338	2,586	2,861	
Presi�n M�nima (mca)	-0,004	-0,004	1,766	3,9	6,042	
Instante (s)	20,903	21,645	42,438	42,465	42,547	
<b>NODOS TRAMO 9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Presi�n Máxima (mca)	7,473	7,701	8,156	8,618	9,091	9,52
Instante (s)	3,521	3,411	2,118	6,491	7,619	0
Presi�n M�nima (mca)	6,756	7,057	7,661	8,143	8,603	9,52
Instante (s)	41,538	41,565	39,547	3,961	3,906	0

**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, parte da linha de recalque apresenta pressões negativas ou subpressão fora da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, menor do que – 4 mca, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será considerado um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

## Envoltória Com Proteção



**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, toda a linha de recalque apresenta as pressões dentro da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, maior do que - 4 mca para subpressão e menor do que 80 mca para sobrepressão, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será mantido um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

## Resultado dos Nós Com Proteção

### REGIMEN PERMANENTE

Caudal Rêgimen (m <sup>3</sup> /seg)	0,0146
Altura que da la Bomba (m)	20,73
Rendimento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	99,202	99,01	98,432	98,047	96,892
Altura final (m)	99,01	98,432	98,047	96,892	95,256

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Altura inicial (m)	95,256	93,812	93,138	92,56
Altura final (m)	93,812	93,138	92,56	92,12

### PRESIONES MxXIMAS Y MõNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	3	4	5
PresiÕn M-xima (mca)	21,82	21,125	20,433	19,74	19,047
Instante (s)	45,409	45,272	45,218	45,191	45,191
PresiÕn Mlnima (mca)	6,534	5,948	5,361	4,774	4,182
Instante (s)	17,576	17,466	17,439	18,071	19,308
NODOS TRAMO 2	1	2	5	8	11
PresiÕn M-xima (mca)	19,047	18,626	17,387	16,147	14,92
Instante (s)	45,191	46,417	46,499	46,58	46,689
PresiÕn Mlnima (mca)	4,182	3,852	2,861	1,869	0,89
Instante (s)	19,308	19,336	19,418	19,501	19,583
NODOS TRAMO 3	1	2	4	6	8

PresiÙn M·xima (mca)	14,514	14,727	15,151	15,566	15,974	
Instante (s)	46,744	46,771	46,798	46,826	46,88	
PresiÙn MÌnima (mca)	0,564	0,85	1,428	2,01	2,594	
Instante (s)	19,583	19,556	19,501	19,473	19,418	
<b>NODOS TRAMO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	
PresiÙn M·xima (mca)	16,176	16,037	15,188	14,331	13,44	
Instante (s)	46,88	46,907	47,071	47,18	47,234	
PresiÙn MÌnima (mca)	2,887	2,842	2,583	2,332	2,1	
Instante (s)	19,363	19,336	19,198	19,033	18,868	
<b>NODOS TRAMO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	
PresiÙn M·xima (mca)	12,829	12,736	11,972	11,243	10,512	
Instante (s)	47,262	47,262	47,316	46,662	46,635	
PresiÙn MÌnima (mca)	1,951	1,976	2,194	2,448	2,751	
Instante (s)	18,758	18,731	18,511	18,291	18,071	
<b>NODOS TRAMO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	
PresiÙn M·xima (mca)	9,843	9,628	7,9	6,212	4,664	
Instante (s)	46,635	46,635	46,471	1,54	1,953	
PresiÙn MÌnima (mca)	3,056	2,984	2,445	1,965	1,557	
Instante (s)	17,879	17,851	17,631	17,411	17,191	
<b>NODOS TRAMO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
PresiÙn M·xima (mca)	3,891	3,629	2,583	1,536	0,49	
Instante (s)	1,843	2,008	2,2	2,09	1,98	
PresiÙn MÌnima (mca)	1,382	1,272	0,828	0,392	-0,002	
Instante (s)	17,081	17,053	16,943	16,833	26,668	
<b>NODOS TRAMO 8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	
PresiÙn M·xima (mca)	0,49	1,125	3,029	4,934	6,839	
Instante (s)	1,98	0,798	2,09	0,33	2,613	
PresiÙn MÌnima (mca)	-0,002	-0,002	1,791	3,912	6,047	
Instante (s)	26,668	28,121	47,125	47,125	47,125	
<b>NODOS TRAMO 9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
PresiÙn M·xima (mca)	7,473	7,701	8,156	8,614	9,079	9,52
Instante (s)	0,523	1,87	0,605	5,446	8,802	0
PresiÙn MÌnima (mca)	6,762	7,065	7,674	8,149	8,829	9,52
Instante (s)	47,153	47,153	47,18	3,961	3,906	0

### Dados dos NÙs Com ProteÙo

Elemento	Nudo 1
Caudal de rÈgimen(m³/seg)	0,0146
Diferencia descarga-aspiraciÙn(m)	13,65
Altura de aspiraciÙn(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coeficiente A	25,915
Coeficiente B	0
Coeficiente C	24315
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	109,59
Coeficiente E	-3753

Velocidad de giro(rpm)	1755
Inercia(KgΣm <sup>2</sup> )	0,0393
Tiempo de desconexi�n(seg)	0
Tiempo de arranque(seg)	0
Número de bombas	1
<b>Calderón</b>	
Altura(m)	1,141
Sección(m <sup>2</sup> )	1,141
Profundidad(mca)	0,9675
Altura de la base(m)	0,397
P�rdidas en la entrada(m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)	0
P�rdidas en la salida(m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)	0

<b>Ventosa</b>		<b>Nudo 3</b>
Coeficiente de admisión(m <sup>2</sup> /(min*bar))		62,5
Coeficiente de expulsión(m <sup>2</sup> /(min*bar))		3,71
<b>Válvula de Alivio</b>		
Presion de tarado (mca)		80
Coeficiente de p�rdidas (m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)		347

<b>Ventosa</b>		<b>Nudo 8</b>
Coeficiente de admisión(m <sup>2</sup> /(min*bar))		62,5
Coeficiente de expulsión(m <sup>2</sup> /(min*bar))		3,71
<b>Válvula de Alivio</b>		
Presion de tarado (mca)		80
Coeficiente de p�rdidas (m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)		347

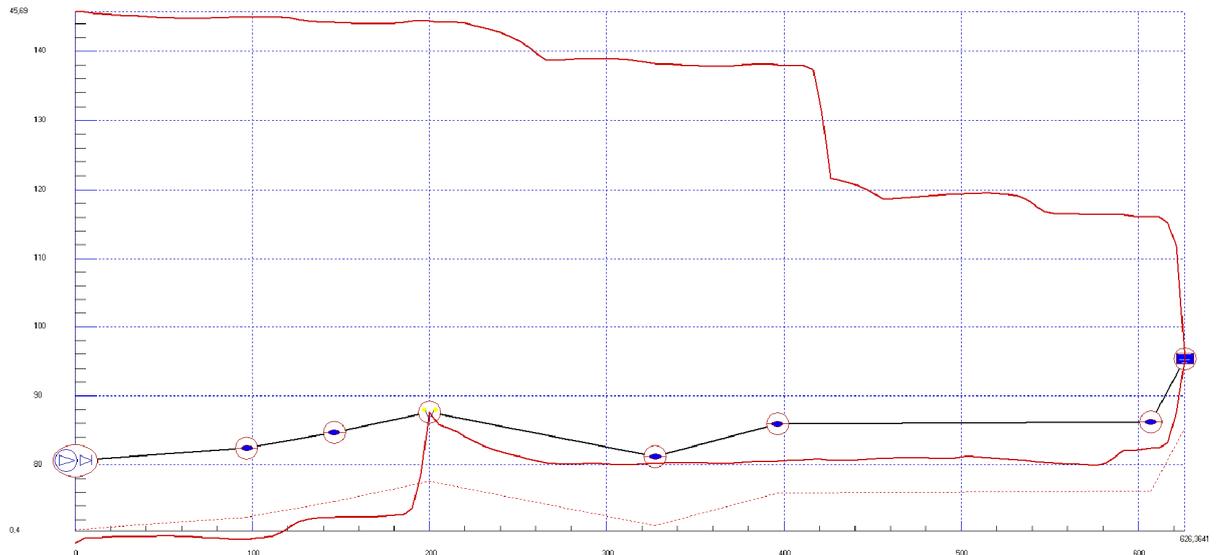
<b>Depósito</b>		<b>Nudo 10</b>
Nivel(m)		9,52

### 7.6.3 Transiente Hidráulico da EEE-3

Na simula o do transiente hidráulico da EEE, foram consideradas as seguintes características:

- Vazão..... 37,01 l/s
- Comprimento total .....626,37m
- Material da Tubula o .....DEFoFo
- Diâmetro da Tubula o..... 150 mm
- Pressão máxima ..... 80 mca
- Pressão m nima..... - 4 mca

## Envoltória Sem Proteção



## Resultado dos Nós Sem Proteção

### REGIMEN PERMANENTE

Caudal Rêgimen (m³/seg)	0,037
Altura que da la Bomba (m)	31,03
Rendimento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	111,65	109,14	107,859	106,463	103,159
Altura final (m)	109,14	107,859	106,463	103,159	101,371

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7
Altura inicial (m)	101,371	95,905
Altura final (m)	95,905	95,404

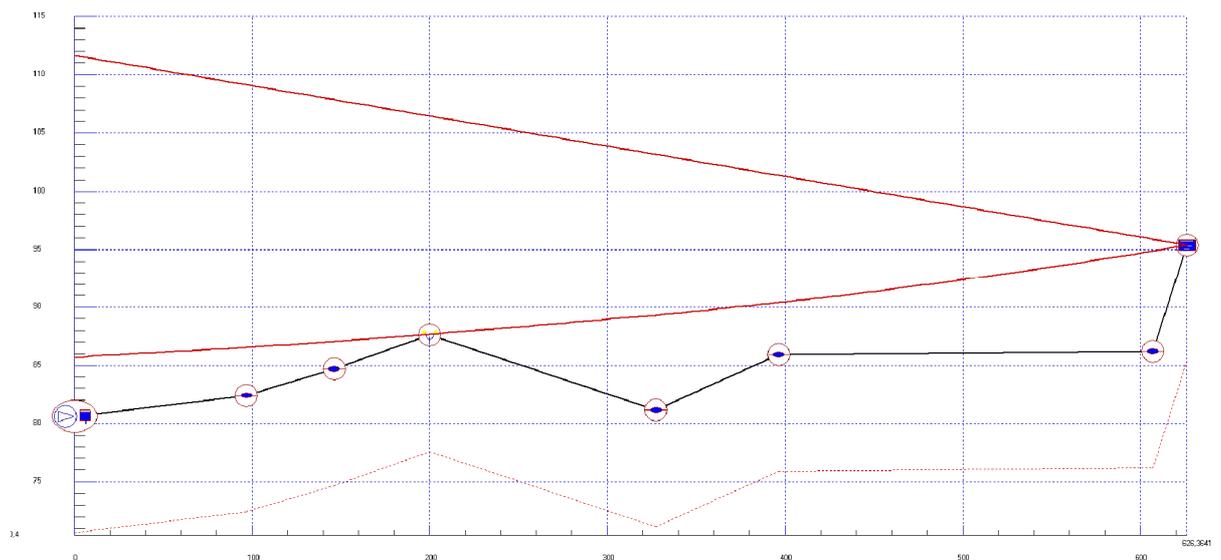
### PRESIONES MxXIMAS Y MõNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	7	12	17	
PresiÕn M-xima (mca)	65,073	64,908	63,956	63,115	62,713	
Instante (s)	19,188	19,201	19,266	19,332	19,411	
PresiÕn Mõnima (mca)	-12,016	-11,366	-11,646	-12,014	-12,786	
Instante (s)	21,44	21,937	27,905	21,584	21,649	
NODOS TRAMO 2	1	2	5	8	11	
PresiÕn M-xima (mca)	62,527	62,306	61,574	60,354	59,427	
Instante (s)	19,45	19,45	19,489	19,528	19,568	
PresiÕn Mõnima (mca)	-13,218	-13,292	-13,101	-11,886	-12,312	
Instante (s)	21,689	21,702	21,741	21,78	21,819	
NODOS TRAMO 3	1	2	5	8	11	
PresiÕn M-xima (mca)	59,427	59,112	58,25	57,534	57,063	
Instante (s)	19,568	19,581	19,633	19,751	19,712	
PresiÕn Mõnima (mca)	-12,312	-12,559	-13,299	-13,819	-8,645	
Instante (s)	21,819	21,833	21,872	21,911	21,937	
NODOS TRAMO 4	1	2	8	14	20	26

Pressão Máxima (mca)	56,738	56,816	57,259	54,396	56,158	57,071
Instante (s)	19,712	19,725	19,712	18,913	18,952	19,018
Pressão Mínima (mca)	-0,005	-1,479	-3,524	-3,96	-2,559	-0,984
Instante (s)	21,977	20,916	21,741	21,78	21,833	21,885
<b>NODOS TRAMO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
Pressão Máxima (mca)	57,071	56,646	55,016	53,665	52,593	
Instante (s)	19,018	19,031	19,096	19,24	19,201	
Pressão Mínima (mca)	-0,984	-1,269	-2,602	-3,994	-5,105	
Instante (s)	21,885	21,911	21,963	22,003	22,068	
<b>NODOS TRAMO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	
Pressão Máxima (mca)	52,084	51,969	32,666	33,422	30,27	
Instante (s)	19,201	19,24	19,489	19,541	19,672	
Pressão Mínima (mca)	-5,355	-5,307	-5,055	-4,954	-6,112	
Instante (s)	22,068	21,44	21,584	1,851	1,745	
<b>NODOS TRAMO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Pressão Máxima (mca)	29,896	27,535	24,339	18,71	0	
Instante (s)	19,777	19,777	18,716	18,703	0	
Pressão Mínima (mca)	-3,762	-6,064	-7,543	-5,513	0	
Instante (s)	21,99	22,003	22,003	22,003	0	

**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, parte da linha de recalque apresenta pressões negativas ou subpressão fora da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, menor do que  $-4$  mca, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será considerado um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

### Envoltória Com Proteção



**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, toda a linha de recalque apresenta as pressões dentro da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, maior do que – 4 mca para subpressão e menor do que 80 mca para sobrepressão, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será mantido um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

### Resultado dos Nós Com Proteção

#### REGIMEN PERMANENTE

Caudal RÈgimen (m³/seg)	0,037
Altura que da la Bomba (m)	31,03
Rendimiento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	111,65	109,14	107,859	106,463	103,159
Altura final (m)	109,14	107,859	106,463	103,159	101,371

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7
Altura inicial (m)	101,371	95,905
Altura final (m)	95,905	95,404

#### PRESIONES MÀXIMAS Y MÍNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	7	12	17	
PresiÛn M·xima (mca)	31,03	30,803	29,67	28,536	27,402	
Instante (s)	0	0	0,079	0,066	0,198	
PresiÛn MÌnima (mca)	5,016	5,006	4,779	4,52	4,263	
Instante (s)	14,231	14,835	13,035	13,061	12,995	
NODOS TRAMO 2	1	2	5	8	11	
PresiÛn M·xima (mca)	26,722	26,367	25,3	24,234	23,168	
Instante (s)	0,185	0,172	0,053	0,066	0,079	
PresiÛn MÌnima (mca)	4,115	3,937	3,405	2,879	2,357	
Instante (s)	12,956	12,943	12,903	12,864	12,824	
NODOS TRAMO 3	1	2	5	8	11	
PresiÛn M·xima (mca)	23,168	22,777	21,605	20,434	19,262	
Instante (s)	0,079	0,093	0,37	0,41	0,449	
PresiÛn MÌnima (mca)	2,357	2,149	1,527	0,91	0,299	
Instante (s)	12,824	12,811	12,772	12,732	12,693	
NODOS TRAMO 4	1	2	8	14	20	26
PresiÛn M·xima (mca)	18,872	18,996	19,745	20,493	21,242	21,991
Instante (s)	0,463	0,291	0,37	0,291	0,211	0,132
PresiÛn MÌnima (mca)	0,094	0,409	2,307	4,242	6,203	8,141
Instante (s)	12,68	12,666	12,587	12,508	12,43	15,649
NODOS TRAMO 5	1	2	6	10	14	
PresiÛn M·xima (mca)	21,99	21,524	19,659	17,793	15,928	
Instante (s)	0,132	0,145	0,093	0,304	0,119	
PresiÛn MÌnima (mca)	8,141	7,873	6,813	5,768	4,737	
Instante (s)	15,649	15,636	15,583	15,531	15,478	
NODOS TRAMO 6	1	2	13	24	35	

Pressão Máxima (mca)	15,462	15,324	13,816	12,307	10,798
Instante (s)	0,106	0,145	0,066	1,005	1,19
Pressão Mínima (mca)	4,48	4,555	5,481	6,577	7,753
Instante (s)	15,465	15,452	15,321	15,177	15,045
<b>NODOS TRAMO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Pressão Máxima (mca)	9,701	7,276	4,851	2,425	0
Instante (s)	1,124	1,084	1,084	1,071	0
Pressão Mínima (mca)	8,676	6,502	4,332	2,166	0
Instante (s)	11,626	11,626	14,927	14,927	0

### Dados dos Nós Com Proteção

Elemento	Nudo 1
Caudal de regime (m <sup>3</sup> /seg)	0,037
Diferença descarga-aspiração (m)	14,784
Altura de aspiração (m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coefficiente A	38,787
Coefficiente B	0
Coefficiente C	5666,5
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coefficiente D	43,243
Coefficiente E	-584,37
Velocidad de giro (rpm)	1760
Inercia (Kg·m <sup>2</sup> )	0,1864
Tiempo de desconexión (seg)	0
Tiempo de arranque (seg)	0
Número de bombas	1
<b>Caldera</b>	
Altura (m)	1,141
Sección (m <sup>2</sup> )	1,141
Profundidad (mca)	0,9675
Altura de la base (m)	0,397
Pérdidas en la entrada (m/(m <sup>3</sup> /seg)·s)	0
Pérdidas en la salida (m/(m <sup>3</sup> /seg)·s)	0

Ventosa	Nudo 4
Coefficiente de admisión (m <sup>3</sup> /(min·bar))	62,5
Coefficiente de expulsión (m <sup>3</sup> /(min·bar))	3,71
<b>Válvula de Alivio</b>	
Presión de tarado (mca)	80
Coefficiente de pérdidas (m/(m <sup>3</sup> /seg)·s)	347

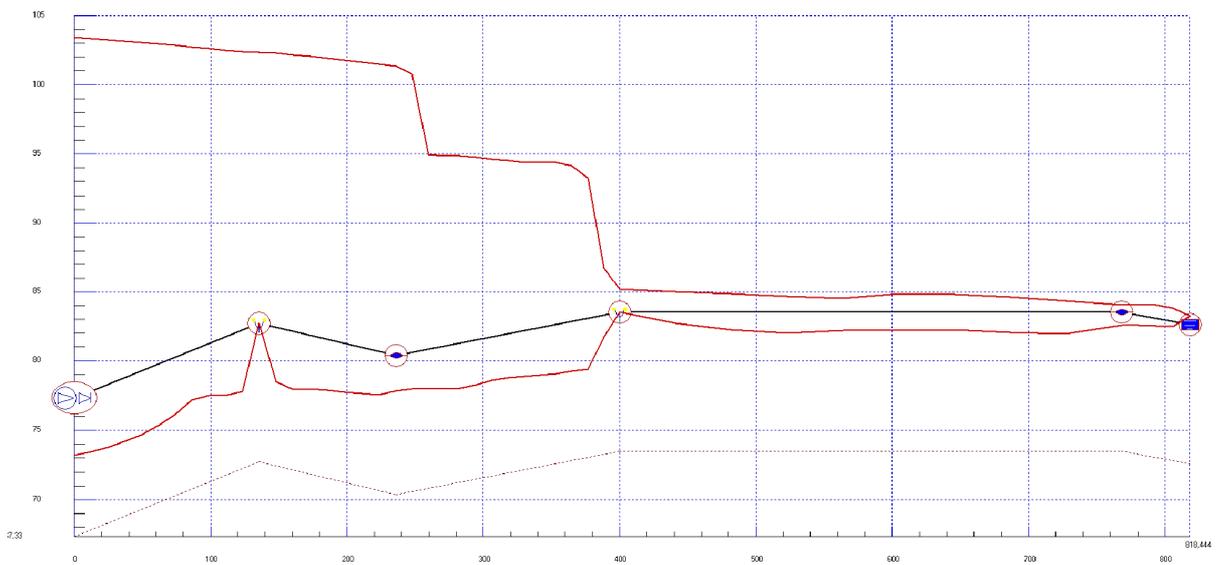
Depósito	Nudo 8
Nivel (m)	0

### 7.6.4 Transiente Hidráulico da EEE-4

Na simulação do transiente hidráulico da EEE, foram consideradas as seguintes características:

- Vazão.....15,58 l/s
- Comprimento total .....818,45m
- Material da Tubulação ..... DEFoFo e FoFo
- Diâmetro da Tubulação..... 150 mm
- Pressão máxima (DeFoFo e FoFo)..... 80 mca
- Pressão mínima (DeFoFo) ..... - 4 mca
- Pressão mínima (FoFo)..... - 6 mca

#### Envoltória Sem Proteção



#### Resultado dos Nós Sem Proteção

##### REGIMEN PERMANENTE

Caudal RÈgimen (m³/seg)	0,0156
Altura que da la Bomba (m)	10,03
Rendimiento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	87,357	86,623	86,077	85,188	83,522
Altura final (m)	86,623	86,077	85,188	83,522	83,25

##### PRESIONES POR TRAMO

Altura inicial (m)
Altura final (m)

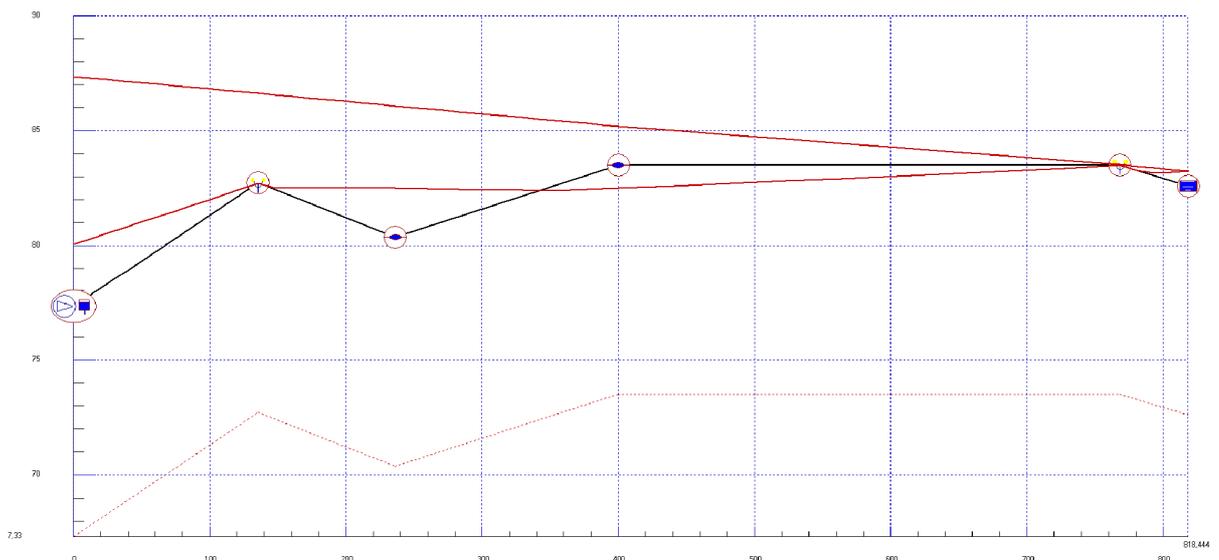
##### PRESIONES MÀXIMAS Y MÍNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	5	8	11
PresiÕn M·xima (mca)	26,097	25,532	23,744	21,971	20,176
Instante (s)	43,556	43,524	43,65	43,619	43,838
PresiÕn M·nima (mca)	-4,115	-4,367	-4,61	-3,602	-4,45
Instante (s)	4,029	3,997	3,902	3,807	45,44
NODOS TRAMO 2	1	2	4	6	8

Pressão Máxima (mca)	19,635	19,849	20,199	20,513	20,803	
Instante (s)	43,901	43,87	43,807	43,744	43,807	
Pressão Mínima (mca)	-0,002	-3,95	-3,884	-3,499	-3,114	
Instante (s)	2,982	44,812	44,875	44,938	45,001	
<b>NODOS TRAMO 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
Pressão Máxima (mca)	20,955	20,182	13,277	12,061	3,513	
Instante (s)	43,776	43,744	44,247	44,058	44,121	
Pressão Mínima (mca)	-2,539	-2,64	-3,215	-3,409	-1,554	
Instante (s)	45,032	45,063	45,189	45,315	1,11	
<b>NODOS TRAMO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Pressão Máxima (mca)	1,688	1,503	1,133	1,32	1,087	0,559
Instante (s)	0,508	0,857	0,793	3,141	3,204	3,839
Pressão Mínima (mca)	-0,002	-0,77	-1,486	-1,297	-1,441	-0,926
Instante (s)	42,551	2,125	5,679	5,615	2,157	8,564
<b>NODOS TRAMO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Pressão Máxima (mca)	0,559	0,789	0,983	0,982	0,65	
Instante (s)	3,839	5,266	3,902	2,538	0	
Pressão Mínima (mca)	-0,926	-0,71	-0,547	-0,344	0,65	
Instante (s)	8,564	2,855	2,823	1,459	0	

**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, parte da linha de recalque apresenta pressões negativas ou subpressão fora da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, menor do que - 4 mca, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será considerado um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

### Envoltória Com Proteção



**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, toda a linha de recalque apresenta as pressões dentro da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, maior do que - 4 mca para subpressão e menor do que 80 mca para sobrepressão, pressões, estas, permitidas para o material referente ao

DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será mantido um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

### Resultado dos Nós Com Proteção

#### REGIMEN PERMANENTE

Caudal RÈgimen (m³/seg)	0,0156
Altura que da la Bomba (m)	10,03
Rendimiento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	87,357	86,623	86,077	85,188	83,522
Altura final (m)	86,623	86,077	85,188	83,522	83,25

PRESIONES POR TRAMO
Altura inicial (m)
Altura final (m)

#### PRESIONES MÀXIMAS Y MÍNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	5	8	11	
PresiÛn M·xima (mca)	10,027	9,47	7,799	6,128	4,457	
Instante (s)	0	0	0,063	0	0	
PresiÛn MÌnima (mca)	2,734	2,475	1,723	0,969	0,237	
Instante (s)	9,166	9,039	9,102	9,102	9,102	
NODOS TRAMO 2	1	2	4	6	8	
PresiÛn M·xima (mca)	3,9	4,124	4,573	5,022	5,471	
Instante (s)	0	0,159	0,032	0,444	0,381	
PresiÛn MÌnima (mca)	-0,003	0,077	0,654	1,235	1,825	
Instante (s)	14,405	37,369	37,337	37,337	37,337	
NODOS TRAMO 3	1	2	6	10	14	
PresiÛn M·xima (mca)	5,695	5,409	4,264	3,119	1,974	
Instante (s)	0,063	0,159	0,222	0,698	0,539	
PresiÛn MÌnima (mca)	2,121	1,886	0,94	0,017	-0,808	
Instante (s)	21,414	7,486	7,36	4,949	5,076	
NODOS TRAMO 4	1	2	4	6	8	10
PresiÛn M·xima (mca)	1,688	1,503	1,133	0,763	0,392	0,022
Instante (s)	0,508	0,539	0,666	1,142	1,079	0,793
PresiÛn MÌnima (mca)	-1,005	-0,899	-0,682	-0,49	-0,252	-0,001
Instante (s)	5,107	5,139	5,203	5,266	5,234	28,481
NODOS TRAMO 5	1	2	3	4	5	
PresiÛn M·xima (mca)	0,022	0,179	0,336	0,493	0,65	
Instante (s)	0,793	0,825	0,857	0,888	0	
PresiÛn MÌnima (mca)	-0,001	-0,001	0,104	0,377	0,65	
Instante (s)	28,481	31,653	53,355	53,198	0	

### Dados dos Nós Com Proteção

Elemento	Nudo 1
Caudal de r�gimen(m�/seg)	0,0156
Diferencia descarga-aspiraci�n(m)	5,92
Altura de aspiraci�n(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coeficiente A	12,534
Coeficiente B	0
Coeficiente C	10301
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	102,56
Coeficiente E	-3287,3
Velocidad de giro(rpm)	1800
Inercia(Kg�m�)	0,0177
Tiempo de desconexi�n(seg)	0
Tiempo de arranque(seg)	0
Número de bombas	1
<b>Calderón</b>	
Altura(m)	1,141
Sección(m�)	1,141
Profundidad(mca)	0,9675
Altura de la base(m)	0,397
P�rdidas en la entrada(m/(m�/seg)�)	0
P�rdidas en la salida(m/(m�/seg)�)	0

Ventosa	Nudo 2
Coeficiente de admisión(m�/(min*bar))	62,5
Coeficiente de expansión(m�/(min*bar))	3,71
<b>Vlvula de Alivio</b>	
Presion de tarado (mca)	80
Coeficiente de p�rdidas (m/(m�/seg)�)	347

Ventosa	Nudo 5
Coeficiente de admisión(m�/(min*bar))	62,5
Coeficiente de expansión(m�/(min*bar))	3,71
<b>Vlvula de Alivio</b>	
Presion de tarado (mca)	120
Coeficiente de p�rdidas (m/(m�/seg)�)	347

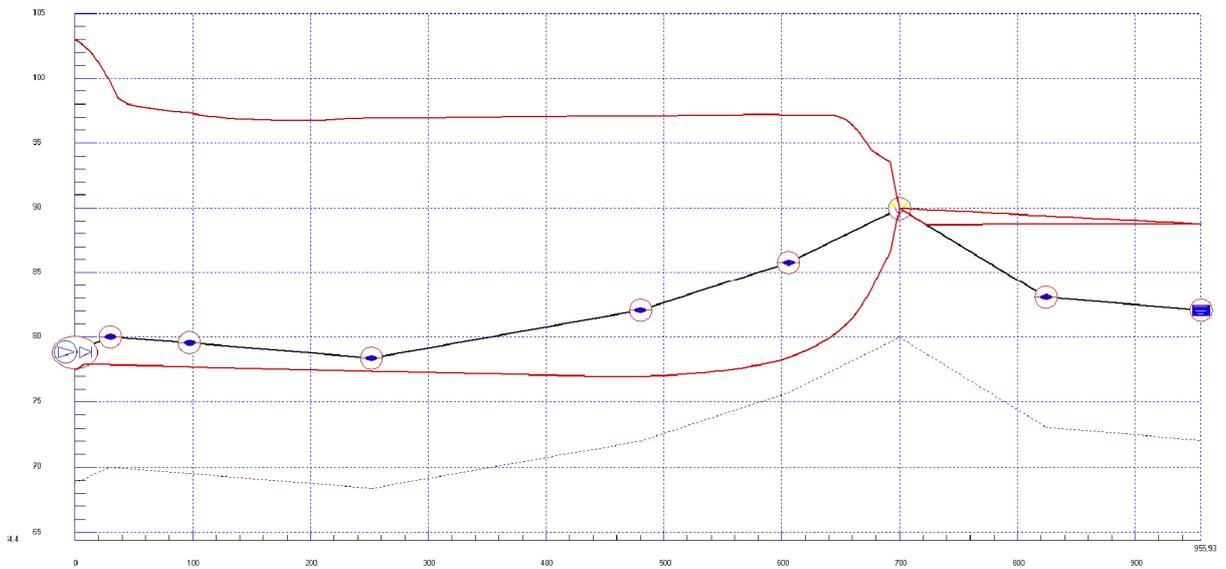
Depósito	Nudo 6
Nivel(m)	0,65

### 7.6.5 Transiente Hidráulico da EEE-5

Na simulação do transiente hidráulico da EEE, foram consideradas as seguintes características:

- Vazão..... 5,58 l/s
- Comprimento total .....955,93m
- Material da Tubulação .....DEFoFo
- Diâmetro da Tubulação..... 100 mm
- Pressão máxima ..... 80 mca
- Pressão mínima..... - 4 mca

#### Envoltória Sem Proteção



#### Resultado dos Nós Sem Proteção

##### REGIMEN PERMANENTE

Caudal Rêgimen (m³/seg)	0,0053
Altura que da la Bomba (m)	14,49
Rendimento Bomba (%)	79,92

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	93,311	93,167	92,847	92,11	91,021
Altura final (m)	93,167	92,847	92,11	91,021	90,42

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
Altura inicial (m)	90,42	89,971	89,377
Altura final (m)	89,971	89,377	88,75

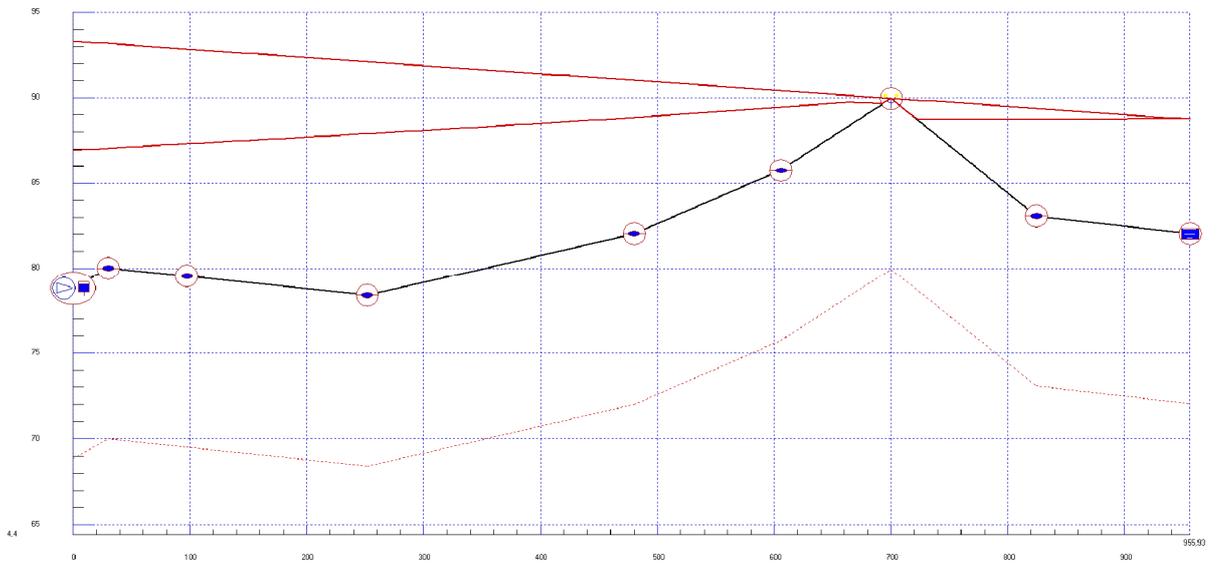
##### PRESIONES MxIMAS Y MõNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	3	4	5	
PresiÕn MxÌmica (mca)	24,187	23,408	22,398	21,179	19,743	
Instante (s)	7,644	7,623	7,603	7,582	7,562	
PresiÕn MÌnima (mca)	-1,361	-1,256	-1,522	-1,836	-2,149	
Instante (s)	11,332	11,312	3,648	3,627	3,607	
NODOS TRAMO 2	1	2	4	6	8	10

PresiÔn M·xima (mca)	19,743	18,445	17,984	17,894	17,829	17,783
Instante (s)	7,562	7,541	7,787	7,828	7,869	7,91
PresiÔn MÌnima (mca)	-2,149	-2,115	-2,047	-1,978	-1,908	-1,838
Instante (s)	3,607	3,586	3,545	3,504	3,463	3,422
<b>NODOS TRAMO 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	
PresiÔn M·xima (mca)	17,783	17,697	17,666	17,837	18,221	
Instante (s)	7,91	7,93	8,033	8,135	8,238	
PresiÔn MÌnima (mca)	-1,838	-1,799	-1,605	-1,407	-1,205	
Instante (s)	3,422	3,402	3,299	3,197	3,094	
<b>NODOS TRAMO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	
PresiÔn M·xima (mca)	18,553	18,402	17,449	16,515	15,536	
Instante (s)	8,32	8,34	8,504	8,668	8,832	
PresiÔn MÌnima (mca)	-1,043	-1,185	-2,313	-3,434	-4,574	
Instante (s)	3,012	2,992	2,828	2,664	2,5	
<b>NODOS TRAMO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
PresiÔn M·xima (mca)	15,051	14,828	13,935	13,039	12,123	
Instante (s)	8,914	8,935	9,016	9,098	9,18	
PresiÔn MÌnima (mca)	-5,055	-5,269	-6,051	-6,695	-7,171	
Instante (s)	2,418	2,398	2,316	2,234	2,152	
<b>NODOS TRAMO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	
PresiÔn M·xima (mca)	11,385	11,036	9,997	8,101	4,724	
Instante (s)	9,242	9,262	9,324	9,324	5,84	
PresiÔn MÌnima (mca)	-7,33	-7,422	-7,415	-6,642	-4,061	
Instante (s)	2,09	2,07	2,008	1,947	1,885	
<b>NODOS TRAMO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
PresiÔn M·xima (mca)	0,022	0,415	1,985	3,555	5,125	
Instante (s)	0,574	0,615	0,553	1,373	1,844	
PresiÔn MÌnima (mca)	-0,001	0	0,893	2,62	4,346	
Instante (s)	5,799	20,532	45,345	45,345	45,345	
<b>NODOS TRAMO 8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
PresiÔn M·xima (mca)	6,302	6,326	6,419	6,513	6,606	6,7
Instante (s)	2,008	1,988	0,881	1,844	1,926	0
PresiÔn MÌnima (mca)	5,642	5,704	5,953	6,202	6,451	6,7
Instante (s)	45,345	45,345	45,345	45,345	44,919	0,02

**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, parte da linha de recalque apresenta pressões negativas ou subpressão fora da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, menor do que – 4 mca, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será considerado um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

## Envoltória Com Proteção



**Conclusão:** De acordo com a envoltória acima, toda a linha de recalque apresenta as pressões dentro da faixa recomendada para o material considerado, ou seja, maior do que - 4 mca para subpressão e menor do que 80 mca para sobrepressão, pressões, estas, permitidas para o material referente ao DEFoFo, material este utilizado no referente projeto. Com isso, será mantido um tanque hidropneumático de 500L na saída da bomba.

### Resultado dos Nós Com Proteção

#### REGIMEN PERMANENTE

Caudal Rêgimen (m³/seg)	0,0053
Altura que da la Bomba (m)	14,49
Rendimento Bomba (%)	79,92

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	93,311	93,167	92,847	92,11	91,021
Altura final (m)	93,167	92,847	92,11	91,021	90,42

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
Altura inicial (m)	90,42	89,971	89,377
Altura final (m)	89,971	89,377	88,75

#### PRESIONES MxIMAS Y MõNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	3	4	5	
PresiÕn M-xima (mca)	14,491	14,16	13,829	13,498	13,168	
Instante (s)	0	0	0	0	0,082	
PresiÕn Mõnima (mca)	8,093	7,832	7,569	7,307	7,043	
Instante (s)	19,614	19,879	19,9	20,042	20,124	
NODOS TRAMO 2	1	2	4	6	8	10
PresiÕn M-xima (mca)	13,167	13,184	13,216	13,249	13,281	13,314
Instante (s)	0,082	0	0,02	0	0	0,02
PresiÕn Mõnima (mca)	7,043	7,123	7,283	7,443	7,604	7,764
Instante (s)	20,124	18,349	18,308	18,267	18,227	18,186

<b>NODOS TRAMO 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	
PresiÛn M·xima (mca)	13,314	13,334	13,435	13,536	13,637	
Instante (s)	0,02	0,041	0,02	0	0,471	
PresiÛn MÌnima (mca)	7,764	7,85	8,281	8,716	9,154	
Instante (s)	18,186	18,165	18,063	17,961	17,88	
<b>NODOS TRAMO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	
PresiÛn M·xima (mca)	13,718	13,555	12,25	10,945	9,641	
Instante (s)	0,635	0,615	0,451	0,615	0,635	
PresiÛn MÌnima (mca)	9,506	9,412	8,657	7,91	7,176	
Instante (s)	17,798	17,777	21,286	21,123	20,96	
<b>NODOS TRAMO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
PresiÛn M·xima (mca)	8,989	8,719	7,638	6,558	5,478	
Instante (s)	0,717	0,717	1,086	1,004	0,471	
PresiÛn MÌnima (mca)	6,816	6,62	5,835	5,053	4,275	
Instante (s)	20,899	20,878	20,797	20,715	20,634	
<b>NODOS TRAMO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	
PresiÛn M·xima (mca)	4,667	4,28	3,119	1,958	0,796	
Instante (s)	0,41	0,389	0,779	0,369	0,307	
PresiÛn MÌnima (mca)	3,695	3,386	2,46	1,535	0,429	
Instante (s)	20,593	20,572	20,511	24,156	49,869	
<b>NODOS TRAMO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	
PresiÛn M·xima (mca)	0,022	0,415	1,985	3,555	5,125	
Instante (s)	0,266	0,287	0,164	0,451	0,348	
PresiÛn MÌnima (mca)	0	0	0,943	2,662	4,381	
Instante (s)	29,418	29,418	51,837	51,837	51,837	
<b>NODOS TRAMO 8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
PresiÛn M·xima (mca)	6,302	6,326	6,419	6,513	6,606	6,7
Instante (s)	0,287	2,09	2,008	1,947	1,844	0
PresiÛn MÌnima (mca)	5,671	5,731	5,973	6,215	6,457	6,7
Instante (s)	51,837	51,837	51,837	51,837	51,837	0,02

### Dados dos Nós Com Proteção

<b>Elemento</b>	<b>Nudo 1</b>
Caudal de rÈgimen(m³/seg)	0,0055
Diferencia descarga-aspiraciÛn(m)	9,45
Altura de aspiraciÛn(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coefficiente A	17,842
Coefficiente B	0
Coefficiente C	117960
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coefficiente D	290,91
Coefficiente E	-26446
Velocidad de giro(rpm)	1780
Inercia(Kg·m²)	0,0087
Tiempo de desconexiÛn(seg)	0
Tiempo de arranque(seg)	0
Nºmero de bombas	1

<b>Caldeirão</b>	
Altura(m)	1,141
Seccião(m $\leq$ )	1,141
Profundidad(mca)	0,9675
Altura de la base(m)	0,397
Pèrdidas en la entrada(m/(m $\geq$ /seg) $\leq$ )	0
Pèrdidas en la salida(m/(m $\geq$ /seg) $\leq$ )	0

<b>Ventosa</b>	<b>Nudo 7</b>
Coeficiente de admisião(m $\geq$ /(min*bar))	62,5
Coeficiente de expulsião(m $\geq$ /(min*bar))	3,71
<b>Válvula de Alívio</b>	
Presion de tarado (mca)	80
Coeficiente de pèrdidas (m/(m $\geq$ /seg) $\leq$ )	347

<b>Depósito</b>	<b>Nudo 9</b>
Nivel(m)	6,7

## 7.7 EXTRAVASORES DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

### 7.7.1 Extravasor da EEE-1

TRECHO		Extens. (m)	Cotas do terreno		Cotas do tubo		Prof.colet.		VAZÃO				Calculo Hidráulico					Obs.
Mont.	Jus.		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Trecho	Jus.	Calc.	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Vel. (m/s)	Lamina (%)	Tensao (Pa)	
PV	PV	0,70	85,000	85,000	83,780	83,770	1,220	1,230	3,0300		3,0302	3,0302	150	0,01429	0,76	27,67	3,36	
PV	PV	55,00	85,000	84,284	83,770	83,502	1,230	0,782	3,0302		3,0439	3,0439	150	0,00487	0,52	36,72	1,44	
PV	PV	4,72	84,284	84,284	83,502	83,478	0,782	0,806	3,0439		3,0451	3,0451	150	0,00508	0,53	36,31	1,49	
Extensão		60,42																

### 7.7.2 Extravasor da EEE-2

TRECHO		Extens. (m)	Cotas do terreno		Cotas do tubo		Prof.colet.		VAZÃO				Calculo Hidráulico					Obs.
Mont.	Jus.		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Trecho	Jus.	Calc.	Diam.	Decliv.	Vel.	Lamina	Tensao	
													(mm)	(m/m)	(m/s)	(%)	(Pa)	
PV	PV	3,30	83,200	83,200	81,980	81,963	1,220	1,237	14,3900		14,3908	14,3908	200	0,00515	0,78	56,67	2,72	
PV	PV	17,44	83,200	83,200	81,963	81,876	1,237	1,324	14,3908		14,3952	14,3952	200	0,00499	0,77	57,25	2,65	
PV	PV	24,85	83,200	82,000	81,876	81,762	1,324	0,238	14,3952		14,4014	14,4014	200	0,00459	0,75	58,80	2,47	
Extensão		45,59																

### 7.7.3 Extravisor da EEE-3

TRECHO		Extens. (m)	Cotas do terreno		Cotas do tubo		Prof.colet.		VAZÃO				Calculo Hidráulico					Obs.
Mont.	Jus.		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Trecho	Jus.	Calc.	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Vel. (m/s)	Lamina (%)	Tensao (Pa)	
PV	PV	1,60	83,700	83,700	82,480	82,472	1,220	1,228	34,4400		34,4404	34,4404	300	0,00500	0,97	50,38	3,70	
PV	PV	12,00	83,700	84,639	82,472	82,412	1,228	2,227	34,4404		34,4434	34,4434	300	0,00500	0,97	50,38	3,70	
PV	PV	33,00	84,639	83,429	82,412	82,221	2,227	1,208	34,4434		34,4517	34,4517	300	0,00579	1,02	48,28	4,16	
PV	PV	4,00	83,429	83,000	82,221	82,201	1,208	0,799	34,4517		34,4527	34,4527	300	0,00500	0,97	50,39	3,70	
Extensão		50,60																

#### 7.7.4 Extravisor da EEE-4

TRECHO		Extens. (m)	Cotas do terreno		Cotas do tubo		Prof.colet.		VAZÃO				Calculo Hidráulico					Obs.
Mont.	Jus.		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Trecho	Jus.	Calc.	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Vel. (m/s)	Lamina (%)	Tensao (Pa)	
PV	PV	9,00	83,600	83,600	82,000	81,950	1,600	1,650	15,6100		15,6123	15,6123	250	0,00556	0,82	41,10	2,98	
PV	PV	3,30	83,600	83,372	81,950	81,930	1,650	1,442	15,6123		15,6131	15,6131	250	0,00606	0,85	40,13	3,19	
PV	PV	24,00	83,372	83,772	81,930	81,810	1,442	1,962	15,6131		15,6191	15,6191	250	0,00500	0,79	42,32	2,74	
PV	PV	1,50	83,772	83,500	81,810	81,800	1,962	1,700	15,6191		15,6195	15,6195	250	0,00667	0,88	39,10	3,44	
Extensão		37,80																

### 7.7.5 Extravador da EEE-5

TRECHO		Extens. (m)	Cotas do terreno		Cotas do tubo		Prof.colet.		VAZÃO				Calculo Hidráulico					Obs.
Mont.	Jus.		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Trecho	Jus.	Calc.	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Vel. (m/s)	Lamina (%)	Tensao (Pa)	
PV	PV	9,21	82,000	82,000	80,780	80,734	1,220	1,266	2,5100		2,5123	2,5123	150	0,00499	0,49	32,95	1,36	
PV	PV	3,32	82,000	81,533	80,734	80,717	1,266	0,816	2,5123		2,5131	2,5131	250	0,00512	0,47	16,49	1,27	
PV	PV	65,18	81,533	81,320	80,717	80,391	0,816	0,929	2,5131		2,5294	2,5294	250	0,00500	0,47	16,63	1,25	
PV	PV	20,53	81,320	81,426	80,391	80,288	0,929	1,138	2,5294		2,5346	2,5346	250	0,00502	0,47	16,64	1,26	
PV	PV	21,28	81,426	81,538	80,288	80,182	1,138	1,356	2,5346		2,5399	2,5399	250	0,00498	0,47	16,68	1,25	
PV	PV	80,00	81,538	82,146	80,182	79,782	1,356	2,364	2,5399		2,5599	2,5599	250	0,00500	0,47	16,73	1,26	
PV	PV	37,00	82,146	81,000	79,782	79,597	2,364	1,403	2,5599		2,5691	2,5691	250	0,00500	0,47	16,76	1,26	
Extensão		236,52																

## 7.8 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

### 7.8.1 Características do Esgoto Afluentes

#### Cargas Orgânicas

As cargas orgânicas do esgoto afluentes ( $L_0$ ), em kg/d, são assim calculadas:

$$L_0 = P \times c / 1.000$$

Onde:

P = população 11.877 hab

c = contribuição *per capita* de DBO ou DQO, admitindo-se os seguintes valores:

$c_{DBO}$  = contribuição *per capita* de DBO (adotada) 54 g/hab.d

$c_{DQO}$  = contribuição *per capita* de DQO (adotada) 100 g/hab.d

Logo, as cargas orgânicas são:

$L_{DBO}$  = carga afluentes de DBO 641,36 kg/d

$L_{DQO}$  = carga afluentes de DQO 1.187,7  
0 kg/d

#### Concentrações

As concentrações do esgoto afluentes ( $S_0$ ), em mg/L, são dadas por:

$$S_0 = L_0 / Q_{méd} \times 1.000$$

Portanto, as concentrações calculadas são:

$S_{0,DBO}$  = concentração afluentes de DBO 349,49 mg/L

$S_{0,DQO}$  = concentração afluentes de DQO 647,20 mg/L

Adotaram-se as seguintes concentrações:

$S_{0,DBO}$  = concentração afluentes de DBO 350 mg/L

$S_{0,DQO}$  = concentração afluentes de DQO 650 mg/L

$N_0$  = concentração afluentes de coliformes 5,0E+07 NMP/10  
0 mL

### 7.8.2 UASB

Devido ao crescimento populacional entre 10 e 20 anos ser consideravelmente pequeno, não será possível a execução da ETE modulada. Com isso, será apresentada apenas o dimensionamento para final de plano, sendo este o considerado para execução da ETE em questão.

#### **Volume do Reator**

O volume total do reator (V), em m<sup>3</sup>, é dado por:

$$V = Q_{\text{méd}} \times \text{TDH}$$

Onde:

$$Q_{\text{méd}} = \text{vazão média (final de plano)} \quad 76,46 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{TDH} = \text{tempo de detenção hidráulica (adotado)} \quad 8,0 \text{ h}$$

Sendo assim, tem-se:

$$V = \text{volume total} \quad 611,68 \text{ m}^3$$

O volume unitário (V<sub>u</sub>), correspondente a cada módulo, é assim calculado:

$$V_u = V / N$$

onde:

$$N = \text{número de módulos (adotado)} \quad 2$$

Logo:

$$V_u = \text{volume unitário} \quad 305,84 \text{ m}^3$$

Com isso, as vazões unitárias, referentes a um módulo, valem:

$$Q_{\text{méd}} = \text{vazão média unitária} \quad 38,23 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{máx}} = \text{vazão máxima unitária} \quad 61,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

Os cálculos apresentados a seguir correspondem às vazões unitárias.

#### **Dimensões do Reator**

A área do reator (A), em m<sup>2</sup>, é dada por:

$$A = V_u / H$$

onde:

$$H = \text{altura útil (adotada)} \quad 5,00 \text{ m}$$

Assim, tem-se:

$$A = \text{área do reator} \quad 61,17 \text{ m}^2$$

Serão adotados reatores retangulares com as seguintes dimensões:

$$L = \text{largura} \quad 8,00 \text{ m}$$

$$C = \text{comprimento} \quad 8,00 \text{ m}$$

$$A = \text{área corrigida} \quad 64,00 \text{ m}^2$$

### Tempo de Detenção Corrigido

Considerando as dimensões adotadas, o volume unitário corrigido ( $V_u$ ) é, então:

$$V_u = A \times H$$

$$V_u = \text{volume unitário corrigido} \quad 320,00 \text{ m}^3$$

Logo, o tempo de detenção hidráulica corrigido passa a ser:

$$TDH = V_u / Q$$

$$TDH_{\text{méd}} = \text{tempo de detenção hidráulica para } Q_{\text{méd}} \quad 8,37 \text{ h}$$

$$TDH_{\text{mín}} = \text{tempo de detenção hidráulica para } Q_{\text{máx}} \quad 5,16 \text{ h}$$

As dimensões foram adotadas visando a melhor eficiência do reator, permanecendo dentro dos limites estabelecidos.

### Cargas Aplicadas

A carga hidráulica volumétrica (CHV), em  $\text{m}^3/\text{m}^3.\text{d}$ , é dada por:

$$CHV = Q / V$$

Portanto, os valores obtidos para a vazão média e para a vazão máxima são:

$$CHV_{\text{méd}} = \text{carga hidráulica volumétrica para } Q_{\text{méd}} \quad 2,87 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$$

$$CHV_{\text{máx}} = \text{carga hidráulica volumétrica para } Q_{\text{máx}} \quad 4,65 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$$

Estes valores encontram-se abaixo de  $4,00 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$  para a vazão média, e abaixo de  $6,0 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$  para a vazão máxima, atendendo aos critérios recomendados.

### Velocidades Superficiais

A velocidade superficial de fluxo ( $v$ ), em  $\text{m}/\text{h}$ , é assim calculada:

$$v = Q / A$$

Logo, as velocidades obtidas para a vazão média e para vazão máxima são:

$$v_{\text{méd}} = \text{velocidade superficial para } Q_{\text{méd}} \quad 0,60 \text{ m/h}$$

$$v_{\text{máx}} = \text{velocidade superficial para } Q_{\text{máx}} \quad 0,97 \text{ m/h}$$

Estes valores encontram-se entre  $0,5$  e  $0,7 \text{ m}/\text{h}$  para a vazão média e inferior a  $1,2 \text{ m}/\text{h}$  para a vazão máxima, estando dentro da faixa recomendada.

### Tubos de Distribuição

A área de influência dos tubos de distribuição do esgoto afluyente ( $A_i$ ) é dada por:

$$A_i = A / N_d$$

onde:

$$N_d = \text{número de distribuidores (adotado)} \quad 24$$

Com isso, tem-se:

$$A_i = \text{área de influência do distribuidor} \quad 2,67 \text{ m}^2$$

A área de influência dos tubos de distribuição encontra-se em torno de  $2,0$  e  $3,0 \text{ m}^2$ , atendendo aos critérios recomendados.

A velocidade descendente nos tubos de distribuição ( $v_{\text{td}}$ ) é assim calculada:

$$v_{\text{td}} = (Q_{\text{máx}} / N / N_d) / (\rho \times D_d^2 / 4)$$

Onde:

$$D_{\text{td}} = \text{diâmetro do tubo de distribuição (adotado)} \quad 100 \text{ mm}$$

Logo:

$$v_{\text{td}} = \text{velocidade descendente} \quad 0,09 \text{ m/s}$$

A velocidade descendente nos tubos de distribuição encontra-se abaixo de  $0,20 \text{ m}/\text{s}$ , atendendo aos critérios recomendados.

### Estimativas das Eficiências e Concentrações do Efluente

A eficiência de remoção de DBO ( $E_{DBO}$ ) é calculada pela seguinte equação:

$$E_{DBO} = 100 \times (1 - 0,70 \times TDH^{-0,50})$$

$$E_{DBO} = \text{eficiência de remoção de DBO} \quad 75,8 \%$$

Para a eficiência de remoção de DQO ( $E_{DQO}$ ), tem-se:

$$E_{DQO} = 100 \times (1 - 0,68 \times TDH^{-0,35})$$

$$E_{DQO} = \text{eficiência de remoção de DQO} \quad 67,7 \%$$

Para a eficiência de remoção de coliformes ( $E_{CF}$ ), adotou-se:

$$E_{CF} = \text{eficiência de remoção de coliformes} \quad 90,0 \%$$

As concentrações efluentes são dadas por:

$$S = S_0 - (E \times S_0)/100 \quad N = N_0 - (E \times N_0)/100$$

Onde:

$S_0$  e  $N_0$  = concentrações do esgoto afluente

Aplicando-se os valores na equação, as concentrações obtidas são as seguintes:

$$S_{DBO} = \text{concentração efluente de DBO} \quad 84,7 \text{ mg/L}$$

$$S_{DQO} = \text{concentração efluente de DQO} \quad 210,0 \text{ mg/L}$$

$$N = \text{concentração efluente de coliformes} \quad 5,0E+06 \text{ NMP/100 mL}$$

### Produção de Metano e de Biogás

A parcela de DQO convertida em metano ( $DQO_{CH_4}$ ), em kgDQO/d, é calculada pela seguinte equação:

$$DQO_{CH_4} = Q_{méd} \times (S_0 - S_{DQO}) - Y_{obs} \times Q_{méd} \times S_0$$

onde:

$$Y_{obs} = \text{coeficiente de produção de sólidos (adotado)} \quad 0,21 \frac{\text{kgDQO}_{\text{Iodo}}/\text{kg}}{\text{DQO}_{\text{apl}}}$$

Tem-se, portanto:

$DQO_{CH_4}$  = parcela de DQO convertida em metano

278,53 kgDQO/d

O fator de correção para a temperatura operacional do reator,  $K(t)$ , em kgDQO/m<sup>3</sup>, é dado por:

$$K(t) = (P \times K) / [R \times (273 + t)]$$

Onde:

$t$  = temperatura operacional do reator

27 °C

$P$  = pressão atmosférica

1 atm

$K$  = DQO correspondente a um mol de CH<sub>4</sub>

64 gDQO/mol

$R$  = constante universal dos gases

0,08206 atm.L/mol.°K

Logo:

$K(t)$  = fator de correção para a temperatura

2,60 kgDQO/m<sup>3</sup>

A produção volumétrica de metano ( $Q_{CH_4}$ ), em m<sup>3</sup>/d, é, então, calculada pela seguinte relação:

$$Q_{CH_4} = DQO_{CH_4} / K(t)$$

Aplicando os valores obtidos, tem-se:

$Q_{CH_4}$  = vazão de metano

107,14 m<sup>3</sup>/d

Para a determinação da produção total de biogás ( $Q_g$ ), deve ser considerado o teor de metano no biogás:

$$Q_g = Q_{CH_4} / p_{CH_4}$$

Onde:

$p_{CH_4}$  = percentual de metano no biogás (adotado)

75 %

Portanto:

$Q_g$  = vazão de biogás

142,85 m<sup>3</sup>/d

### Coletor de Gás

A área dos coletores de gás ( $A_g$ ), em m<sup>2</sup>, é dada por:

$$A_g = N_g \times C_g \times L_g$$

Onde:

$N_g$ = número de coletores por reator (adotado)	2
$C_g$ = comprimento do coletor (adotado)	8,00 m
$L_g$ = largura do coletor (adotada)	0,25 m

Sendo assim:

$A_g$ = área total dos coletores de gás	4,00 m <sup>2</sup>
---	---------------------

A taxa de liberação de biogás nos coletores ( $v_g$ ), em m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h, vale, então:

$$v_g = Q_g / A_g$$

$v_g$ = taxa de liberação de biogás	1,49 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h
-------------------------------------	--

A taxa encontra-se acima de 1,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h e abaixo de 5,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h, atendendo aos limites recomendados.

### Abertura para o Decantador

As velocidades através das aberturas ( $v_a$ ), em m/h, são dadas por:

$$v_a = Q / A_a$$

Onde:

$N_a$ = Número de Aberturas dos decantadores	4 unid
$L_a$ = Largura das Aberturas dos decantadores	0,80 m
$C_a$ = Comprimento das Aberturas dos decantadores	8,00 m
$A_a$ = área das aberturas para os decantadores	25,60 m <sup>2</sup>

Logo, as velocidades obtidas para a vazão média e para a vazão máxima são:

$v_{a,méd}$ = velocidade nas aberturas para $Q_{méd}$	1,49 m/h
$v_{a,máx}$ = velocidade nas aberturas para $Q_{máx}$	2,42 m/h

As velocidades encontram-se abaixo de 2,5 m/h para a vazão média, e abaixo de 4,0 m/h para a vazão máxima, atendendo aos limites recomendados.

## Decantador

As taxas de aplicação superficial ( $v_d$ ), em m/h, são dadas por:

$$v_d = Q / A_d$$

Onde:

$N_d$  = Número de decantadores

4 unid

$L_d$  = Largura dos decantadores

1,78 m

$A_d$  = área dos decantadores

56,96 m<sup>2</sup>

Com isso, as taxas obtidas para a vazão média e para a vazão máxima são:

$v_{d,méd}$  = taxa de aplicação superficial para  $Q_{méd}$  0,7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h

$v_{d,máx}$  = taxa de aplicação superficial para  $Q_{máx}$  1,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h

As taxas devem estar entre 0,6 e 0,8 m/h para a vazão média, e abaixo de 1,2 m/h para a vazão máxima, podendo a taxa superficial máxima variar até 1,5 m/h no pico de vazão.

O tempo de detenção hidráulica nos decantadores ( $TDH_d$ ) é assim calculado:

$$TDH_d = N_d \times V_d / Q$$

Onde:

$h_d$  = altura média do decantador

2,21 m

$V_d$  = volume do decantador

125,88 m<sup>3</sup>

Os tempos de detenção obtidos para a vazão média e para a vazão máxima são:

$TDH_{d,méd}$  = tempo de detenção para  $Q_{méd}$  3,29 h

$TDH_{d,máx}$  = tempo de detenção para  $Q_{máx}$  2,03 h

Os valores encontram-se acima de 1,5 h para a vazão média, e acima de 1,0 h para a vazão máxima, atendendo aos limites mínimos recomendados.

## Produção de Lodo

A produção mássica de lodo no UASB (Plodo), em kgSS/d, é dada por:

$$P_{lodo} = Y \times DQO_{apl}$$

onde:

$Y$  = coeficiente de produção de sólidos (adotado)

0,15 kgSS/kgDQO<sub>a</sub>  
pl

$DQO_{apl}$  = carga de DQO aplicada

1.187,70 kgDQO/d

Com isso:

$P_{lodo}$  = produção de lodo

178,16 kgSS/d

A vazão de lodo ( $Q_{lodo}$ ), em m<sup>3</sup>/d, é dada por:

$$Q_{lodo} = P_{lodo} / (g \times C_{lodo})$$

onde:

$g$  = densidade do lodo (adotada)

1.030 kgSS/m<sup>3</sup>

$C_{lodo}$  = concentração de sólidos no lodo (adotada)

4,0 %

Tem-se, então:

$Q_{lodo}$  = vazão de lodo

4,32 m<sup>3</sup>/d

### 7.8.3 Lagoa de Polimento 1

#### CARACTERÍSTICAS GERAIS

##### DADOS GERAIS

P = População atendida pelo sistema (20 anos)	11.877 habitantes
Q = Vazão média afluyente ao sistema de tratamento	21,24 L/s
T = Temperatura média anual do líquido na lagoa	26,0 °C
N <sub>0</sub> = Número de coliformes fecais do afluyente ao sistema	5.000.000 cf/100mL
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)	54 g/hab.dia

##### DADOS PARA LAGOAS DE POLIMENTO

θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb	1,07
n = Número de lagoas de polimento em série	1 lagoa(s)
h <sub>pol</sub> = Profundidade das Lagoas de polimento	0,80 m
t pol = Tempo de detenção para cada lagoa de polimento (adotado)	3,0 dias

#### CÁLCULO DA LAGOA DE POLIMENTO COM CHICANAS

##### GENERALIDADES

As lagoas de polimento são projetadas com base no tempo de detenção hidráulica para admitir decaimento suficiente de organismos patogênicos.

O cálculo da lagoa de polimento com chicanas segue o modelo adotado por Marcos Von Sperling (1996) em seu livro, "Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Volume 3 - Lagoas de Estabilização".

##### CÁLCULO DA ÁREA DAS LAGOAS DE POLIMENTO

As lagoas de polimento são usualmente projetadas com baixas produtividades, de forma a maximizar os efeitos bactericidas da luz solar, bem como da fotossíntese, resultando na elevação do pH. Valores comumente adotados encontram-se na faixa de 0,8 a 1.

$$A_{POL} = \frac{t_{POL} \times Q}{h_{POL}}$$

Onde:

A pol = Área de cada lagoa de polimento	---
t pol = Tempo de detenção em cada lagoa de polimento	3,00 dia(s)
Q = Vazão média afluyente ao sistema	1.835,14 m <sup>3</sup> /dia
h <sub>pol</sub> = Profundidade das Lagoas de polimento	0,80 m

Através deste cálculo, obtém-se o seguinte resultado:

A pol = Área de cada lagoa de polimento	6.881,76 m <sup>2</sup>
---	-------------------------

## CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO DAS CHICANAS

Para este cálculo, adotar-se-ão 3 **chicanas**. Dessa maneira, tem-se a lagoa dividida em 4 **trechos**, que podem ser dispostos tanto na largura quanto no comprimento, seguindo, para isso, as seguintes equações:

Para divisórias paralelas a comprimento B:

$$B/L = \frac{B}{L} \times (N_{ch} + 1)^2$$

Para divisórias paralelas ao largura L:

$$L/B = \frac{L}{B} \times (N_{ch} + 1)^2$$

Onde:

L/B = relação largura/ comprimento dos canais

L = largura da lagoa

40,00 m

B = comprimento da lagoa

173 m

Nch= Número de chicanas

3 unid.

Assim, para chicanas igualmente espaçadas paralela a B temos:

B/L = Relação comprimento/largura dos canais internos 69,20

Assim, para chicanas igualmente espaçadas paralela a L temos:

L/B = Relação largura/comprimento dos canais internos 3,70

Para um bom resultado, ao final do tratamento, é necessário que tenhamos uma relação B/L superior a 5.

## REGIME HIDRÁULICO A SER ADOTADO

Visando obter uma situação próxima a realidade, uma vez que os regimes de fluxo em pistão e mistura completa são idealizados em laboratório, adotou-se o regime de **fluxo disperso**.

## CÁLCULO DO NÚMERO DE DISPERSÃO

Para eficiência superior a 99,9%, o número de dispersão deve ser inferior a 0,3, e de preferência inferior 0,1.

O número de dispersão na lagoa de polimento foi calculado pela fórmula de Yanez (1993) mostrada a seguir:

$$d = \frac{L/B}{-0,261 + 0,254 \times (L/B) + 1,014 \times (L/B)^2}$$

Onde:

d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez. ....  
 L/B = Relação largura/comprimento dos canais internos 69,20

Temos, então:

d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez. 0,01420

**CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS**

Segundo diversos autores, como C.º Andrade Neto, S. Rolim, D. D. Mara e H.W. Person, pode-se estimar o coeficiente de velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

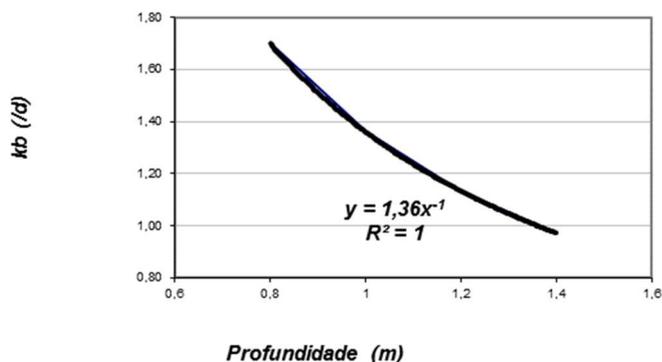
$$K_{b \quad T \text{ } ^\circ C} = K_{b \quad 20 \text{ } ^\circ C} x (\theta)^{T - 20}$$

Os valores do coeficiente empírico para a equação de Kb variam, segundo a literatura. O valor extremo foi reportado por Moraes (1974), igual 1,19. Segundo Yanez, no entanto, estes valores estão superestimados e devem ser adotados valores próximos de 1,07.

Onde:

KbT = coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais .....  
 Kb20 = coeficiente de remoção de coliformes fecais a 20º C 1,70  
 θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb 1,07  
 T = temperatura média do líquido na lagoa 26,00

Para lagoas de maturação/polimento, o valor de kb é influenciado pela profundidade. No livro "Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios" do PROSAB, pág. 130, apresenta-se uma estimativa de kb em função da profundidade, conforme apresenta o gráfico abaixo.



Desta forma, tem-se que o coeficiente de velocidade de remoção de coliformes fecais é:

KbT = coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais 2,55

### CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECAIS NO EFLUENTE

O cálculo do número de coliformes fecais efluente a lagoa de polimento foi feito através da fórmula de contagem de coliformes fecais efluente  $N$ , utilizando o regime hidráulico tipo fluxo disperso, seguindo as equações a seguir:

$$a = \sqrt{1 + 4Kb_T xtxd}$$

Onde:

a= variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	.....	
$Kb_T$ = coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais	2,55	l/dia
t = tempo de detenção na lagoa de polimento (adotado)	3,00	dia(s)
d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01	

Assim, obtém-se:

a= variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,20	
--	------	--

$$N_3 = N_0 \frac{4ae^{\frac{1}{2d}}}{(1+a)^2 e^{\frac{a}{2d}} - (1-a)^2 e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Onde:

$N_3$ = número de coliformes fecais efluente ao sistema de tratamento	.....	
$N_0$ = Número de coliformes fecais afluente a lagoa de polimento	5.000.000,0	
a= variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,20	
d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01	CF/100ml

Assim, obtem-se:

$N_3$ = número de coliformes fecais efluente ao sistema de tratamento	4.684,23	CF/100ml
---	----------	----------

### CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo Arceivala (1981), pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

$$K_{20} = 0,132 \cdot \log L_s - 0,146$$

$$L_s = \frac{S_{0DBO}}{A}$$

$$K_T = K_{20} \times \theta^{T-20}$$

Onde:

$K_T$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO	....	
$L_s$ = Taxa de aplicação superficial	225,87	
$\theta$ = Coeficiente empírico para a equação de $K_b$	1,07	
$K_{20}$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO para $T=20^\circ\text{C}$	0,165	

Assim, obtém-se:

$K_T$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO	0,25	l/dia
---	------	-------

### CÁLCULO DA CARGA (DBO) DO EFLUENTE DAS LAGOAS DE POLIMENTO

O cálculo da eficiência da lagoa de polimento na remoção de DBO pode ser feito através das equações a seguir (regime hidráulico de fluxo disperso):

$$A = \text{raiz} (1 + 4K_T \times t \times d)$$

Onde:

$a$ = variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	.....	
$K_T$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO	0,25	l/dia
$t$ = tempo de detenção na lagoa de polimento (adotado)	3,00	dia(s)
$d$ = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01420	

Assim, obtém-se:

$a$ = variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,02	
---	------	--

$$S = S_0 \frac{4ae^{\frac{1}{2d}}}{(1+a)^2 e^{\frac{a}{2d}} - (1-a)^2 e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Onde:

$S$ = Carga orgânica do efluente das lagoas de polimento	.....	
$S_0$ = Carga orgânica do afluente a lagoa de polimento	84,70	mg/l
$a$ = variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,02	
$d$ = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01420	

Assim, obtém-se:

$S$ = Carga orgânica do efluente das lagoas de polimento	40,65	mg/l
--	-------	------

### EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

#### EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE DBO

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{DBO} = \left( \frac{S_0 - S}{S_0} \right) \cdot 100$$

Onde:

e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO	---
S <sub>0</sub> = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	84,70 mg/L
S = Carga orgânica do efluente das lagoas de polimento	40,65 mg/L

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de DBO foi:

e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO	52,00 %
---	---------

### EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{CF} = \left( \frac{N_0 - N_3}{N_0} \right) \cdot 100$$

Onde:

e <sub>CF</sub> = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais	---
N <sub>3</sub> = número de coliformes fecais efluente ao sistema de tratamento	4.684,23 CF/100ml
	5.000.000,0
N <sub>0</sub> = número de coliformes fecais do afluente ao sistema (adotado)	0 CF/100mL

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de coliformes foi:

e <sub>CF</sub> = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais:	99,9063155 %
--	--------------

### RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

#### LAGOA DE POLIMENTO 1

Vazão de dimensionamento	21,24 L/s
Carga orgânica aplicada	155,44 Kg.DBO/dia Kg.DBO/ha.di
Taxa de aplicação superficial	225,87 a
Tempo de detenção	3,00 dias
Número de Lagoas de polimento em Série	1,00 lagoa(s)

Área de cada lagoa de polimento (a meia profundidade)	6.881,76 m <sup>2</sup>
Largura de uma lagoa a meia profundidade	40,00 m
Comprimento de uma lagoa a meia profundidade	173,00 m
Profundidade das Lagoas de polimento	0,80 m
Folga da Lagoa de polimento	1,00 m
Declividade de talude de 1 para	2
Eficiência lagoa de polimento na Remoção de DBO	52,00 %
Eficiência da lagoa de polimento na Remoção de Coliformes Fecais	99,91 %
Área da Lagoa de polimento (no fundo da Lagoa)	6.581,76 m <sup>2</sup>
Largura da lagoa de polimento (no fundo da Lagoa)	38,40 m
Comprimento de uma Lagoa de polimento (no fundo da Lagoa)	171,40 m
Área da Lagoa de polimento (no NAmáx da Lagoa)	7.263,36 m <sup>2</sup>
Largura da Lagoa de polimento (no NAmáx da Lagoa)	41,60 m
Comprimento de uma Lagoa de polimento (no NAmáx da Lagoa)	174,60 m
Área da Lagoa de polimento (na altura do talude da Lagoa)	8.144,16 m <sup>2</sup>
Largura da Lagoa de polimento (na altura do talude da Lagoa)	45,60 m
Comprimento de uma Lagoa de polimento (na altura do talude da Lagoa)	178,60 m
<b>Sistema</b>	
Área total teórica do sistema (a meia profundidade)	6.881,76 m <sup>2</sup>
Eficiência Total do Sistema na Remoção de DBO	52,00 %
Eficiência Total do Sistema na Remoção de Coliformes Fecais	99,906315 %

#### 7.8.4 Lagoa de Polimento 2

##### **CARACTERÍSTICAS GERAIS**

###### **DADOS GERAIS**

P = População atendida pelo sistema (20 anos)	11.877 habitantes
Q = Vazão média afluyente ao sistema de tratamento	21,24 L/s
T = Temperatura média anual do líquido na lagoa	26,0 °C
N <sub>0</sub> = Número de coliformes fecais do afluyente ao sistema	4.684 cf/100mL
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)	54 g/hab.dia

###### **DADOS PARA LAGOAS DE POLIMENTO**

θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb	1,07
n = Número de lagoas de polimento em série	1 lagoa(s)
h <sub>pol</sub> = Profundidade das Lagoas de polimento	0,80 m
t <sub>pol</sub> = Tempo de detenção para cada lagoa de polimento (adotado)	3,0 dias

##### **CÁLCULO DA LAGOA DE POLIMENTO COM CHICANAS**

###### **GENERALIDADES**

As lagoas de polimento são projetadas com base no tempo de detenção hidráulica para admitir decaimento suficiente de organismos patogênicos.

O cálculo da lagoa de polimento com chicanas segue o modelo adotado por Marcos Von Sperling (1996) em seu livro, "Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Volume 3 - Lagoas de Estabilização".

###### **CÁLCULO DA ÁREA DAS LAGOAS DE POLIMENTO**

As lagoas de polimento são usualmente projetadas com baixas produtividades, de forma a maximizar os efeitos bactericidas da luz solar, bem como da fotossíntese, resultando na elevação do pH. Valores comumente adotados encontram-se na faixa de 0,8 a 1.

$$A_{POL} = \frac{t_{POL} \times Q}{h_{POL}}$$

Onde:

A <sub>pol</sub> = Área de cada lagoa de polimento	---
t <sub>pol</sub> = Tempo de detenção em cada lagoa de polimento	3,00 dia(s)
Q = Vazão média afluyente ao sistema	1.835,14 m <sup>3</sup> /dia
h <sub>pol</sub> = Profundidade das Lagoas de polimento	0,80 m

Através deste cálculo, obtém-se o seguinte resultado:

A <sub>pol</sub> = Área de cada lagoa de polimento	<b>6.881,76 m<sup>2</sup></b>
--	-------------------------------

## CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO DAS CHICANAS

Para este cálculo, adotar-se-ão 3 **chicanas**. Dessa maneira, tem-se a lagoa dividida em 4 **trechos**, que podem ser dispostos tanto na largura quanto no comprimento, seguindo para isso as seguintes equações:

Para divisórias paralelas a comprimento B:

$$B/L = \frac{B}{L} \times (N_{ch} + 1)^2$$

Para divisórias paralelas ao largura L:

$$L/B = \frac{L}{B} \times (N_{ch} + 1)^2$$

Onde:

L/B = relação largura/ comprimento dos canais

L = largura da lagoa

40,00 m

B = comprimento da lagoa

173 m

Nch= Número de chicanas

3 unid.

Assim, para chicanas igualmente espessadas paralela a B temos:

B/L = Relação comprimento/largura dos canais internos

69,20

Assim, para chicanas igualmente espessadas paralela a L temos:

L/B = Relação largura/comprimento dos canais internos

3,70

Para um bom resultado, ao final do tratamento, é necessário que tenhamos uma relação B/L superior a 5.

## REGIME HIDRÁULICO A SER ADOTADO

Visando obter uma situação próxima a realidade, uma vez que os regimes de fluxo em pistão e mistura completa são idealizados em laboratório, adotou-se o regime de **fluxo disperso**.

## CÁLCULO DO NÚMERO DE DISPERSÃO

Para eficiência superior a 99,9%, o número de dispersão deve ser inferior a 0,3, e de preferência inferior 0,1.

O número de dispersão na lagoa de polimento foi calculado pela fórmula de Yanez (1993) mostrada a seguir:

$$d = \frac{L/B}{-0,261 + 0,254 \times (L/B) + 1,014 \times (L/B)^2}$$

Onde:

d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez. ....  
 L/B = Relação largura/comprimento dos canais internos 69,20

Temos, então:

d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez. 0,01420

**CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS**

Segundo diversos autores, como C.º Andrade Neto, S. Rolim, D. D. Mara e H.W. Person, pode-se estimar o coeficiente de velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

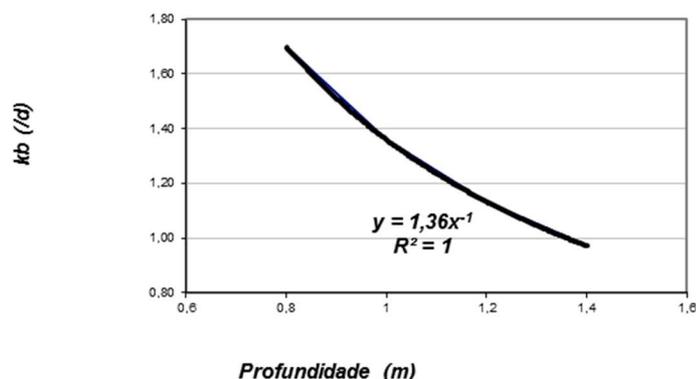
$$K_{b \ T \ ^\circ C} = K_{b \ 20 \ ^\circ C} x (\theta)^{T - 20}$$

Os valores do coeficiente empírico para a equação de Kb variam, segundo a literatura. O valor extremo foi reportado por Morais (1974), igual 1,19. Segundo Yanez, no entanto, estes valores estão superestimados e devem ser adotados valores próximos de 1,07.

Onde:

KbT = coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais .....  
 Kb20 = coeficiente de remoção de coliformes fecais a 20º C 1,70  
 θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb 1,07  
 T = temperatura média do líquido na lagoa 26,00

Para lagoas de maturação/polimento, o valor de kb é influenciado pela profundidade. No livro "Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios" do PROSAB, pág. 130, apresenta-se uma estimativa de kb em função da profundidade, conforme apresenta o gráfico abaixo.



Desta forma, tem-se que o coeficiente de velocidade de remoção de coliformes fecais é:

KbT = coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais 2,55

### CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECAIS NO EFLUENTE

O cálculo do número de coliformes fecais efluente a lagoa de polimento foi feito através da fórmula de contagem de coliformes fecais efluente N, utilizando o regime hidráulico tipo fluxo disperso, seguindo as equações a seguir:

$$a = \sqrt{1 + 4Kb_T x t x d}$$

Onde:

a= variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	.....	
KbT = coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais	2,55	l/dia
t = tempo de detenção na lagoa de polimento (adotado)	3,00	dia(s)
d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01	

Assim, obtém-se:

a= variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,20
--	------

$$N_3 = N_0 \frac{4ae^{\frac{1}{2d}}}{(1+a)^2 e^{\frac{a}{2d}} - (1-a)^2 e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Onde:

N3= número de coliformes fecais efluente ao sistema de tratamento	.....	
N0 = Número de coliformes fecais afluente a lagoa de polimento	4.684,23	CF/100ml
a= variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,20	
d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01	

Assim, obtém-se:

N3= número de coliformes fecais efluente ao sistema de tratamento	4,39	CF/100ml
---	------	----------

### CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo Arceivala (1981), pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

$$K_{20} = 0,132 \cdot \log L_s - 0,146$$

$$L_s = \frac{S_{0DBO}}{A}$$

$$K_T = K_{20} \times \theta^{T-20}$$

Onde:

$K_T$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO	....
$L_s$ = Taxa de aplicação superficial	108,41
$\theta$ = Coeficiente empírico para a equação de Kb	1,07
$K_{20}$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO para $T=20^\circ\text{C}$	0,123

Assim, obtém-se:

$K_T$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO	0,18	l/dia
---	------	-------

### CÁLCULO DA CARGA (DBO) DO EFLUENTE DAS LAGOAS DE POLIMENTO

O cálculo da eficiência da lagoa de polimento na remoção de DBO pode ser feito através das equações a seguir (regime hidráulico de fluxo disperso):

$$A = \text{raiz} (1 + 4K_T \times t \times d)$$

Onde:

$a$ = variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	.....	
$K_T$ = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO	0,18	l/dia
$t$ = tempo de detenção na lagoa de polimento (adotado)	3,00	dia(s)
$d$ = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01420	

Assim, obtém-se:

$a$ = variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,02
---	------

$$S = S_0 \frac{4ae^{\frac{1}{2d}}}{(1+a)^2 e^{\frac{a}{2d}} - (1-a)^2 e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Onde:

$S$ = Carga orgânica do efluente das lagoas de polimento	.....	
$S_0$ = Carga orgânica do afluente a lagoa de polimento	40,65	mg/l
$a$ = variável de cálculo para o regime de fluxo disperso	1,02	
$d$ = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.	0,01	

Assim, obtém-se:

$S$ = Carga orgânica do efluente das lagoas de polimento	23,50	mg/l
--	-------	------

### EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

### EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE DBO

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{DBO} = \left( \frac{S_0 - S}{S_0} \right) \cdot 100$$

Onde:

e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO	---
S <sub>0</sub> = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	40,65 mg/L
S = Carga orgânica do efluente das lagoas de polimento	23,50 mg/L

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de DBO foi:	
e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO	42,18 %

### EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{CF} = \left( \frac{N_0 - N_3}{N_0} \right) \cdot 100$$

Onde:

e <sub>CF</sub> = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais	---
N <sub>3</sub> = número de coliformes fecais efluente ao sistema de tratamento	4,39 CF/100ml
N <sub>0</sub> = número de coliformes fecais do afluente ao sistema (adotado)	4.684,23 CF/100mL

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de coliformes foi:	
e <sub>CF</sub> = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais:	99,9063155 %

### RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

#### LAGOA DE POLIMENTO 2

Vazão de dimensionamento	21,24 L/s
Carga orgânica aplicada	74,61 Kg.DBO/dia
Taxa de aplicação superficial	108,41 Kg.DBO/ha.dia
Tempo de detenção	3,00 dias
Número de Lagoas de polimento em Série	1,00 lagoa(s)
Área de cada lagoa de polimento (a meia profundidade)	6.881,76 m <sup>2</sup>
Largura de uma lagoa a meia profundidade	40,00 m
Comprimento de uma lagoa a meia profundidade	173,00 m

Profundidade das Lagoas de polimento	0,80 m
Folga da Lagoa de polimento	1,00 m
Declividade de talude de 1 para	2
Eficiência lagoa de polimento na Remoção de DBO	42,18 %
Eficiência da lagoa de polimento na Remoção de Coliformes Fecais	99,91 %
Área da Lagoa de polimento (no fundo da Lagoa)	6.581,76 m <sup>2</sup>
Largura da lagoa de polimento (no fundo da Lagoa)	38,40 m
Comprimento de uma Lagoa de polimento (no fundo da Lagoa)	171,40 m
Área da Lagoa de polimento (no NAmáx da Lagoa)	7.263,36 m <sup>2</sup>
Largura da Lagoa de polimento (no NAmáx da Lagoa)	41,60 m
Comprimento de uma Lagoa de polimento (no NAmáx da Lagoa)	174,60 m
Área da Lagoa de polimento (na altura do talude da Lagoa)	8.144,16 m <sup>2</sup>
Largura da Lagoa de polimento (na altura do talude da Lagoa)	45,60 m
Comprimento de uma Lagoa de polimento (na altura do talude da Lagoa)	178,60 m
<b>Sistema</b>	
Área total teórica do sistema (a meia profundidade)	6.881,76 m <sup>2</sup>
Eficiência Total do Sistema na Remoção de DBO	42,18 %
Eficiência Total do Sistema na Remoção de Coliformes Fecais	99,906315 %

Através do modelo adotado, verificou-se que o efluente tanto atenderá aos padrões para irrigação irrestrita como, independente de diluição, aos padrões para lançamento de corpos d'água Classe 2 do Conama (1000 CF/100mL).

#### 7.8.5 Leito de Secagem

##### **Produção de Lodo**

O lodo descartado nos leitos de secagem refere-se ao lodo produzido no UASB:

$Plodo = Plodo, UASB$

onde:

$Plodo, UASB = \text{produção de lodo no UASB} \quad 178,16 \text{ kgSS/d}$

Logo:

$P_{\text{lodo}}$  = produção total de lodo descartado 178,16 kgSS/d

A vazão total de lodo descartado ( $Q_{\text{lodo}}$ ) é dada por:

$$Q_{\text{lodo}} = P_{\text{lodo}} / (g \times C_{\text{lodo}})$$

Onde:

$g$  = densidade do lodo (adotada) 1.030 kgSS/m<sup>3</sup>

$C_{\text{lodo}}$  = concentração de sólidos no lodo (adotada) 4,0 %

Assim, tem-se:

$Q_{\text{lodo}}$  = vazão total de lodo descartado 4,32 m<sup>3</sup>/d

### Área Requerida

A área requerida para os leitos de secagem (A) é função da carga de sólidos em suspensão aplicada, definida na NBR 12209:

$$A = P_{\text{lodo}} \times t / C_s$$

Onde:

$t$  = ciclo de operação (adotado) 15 d

$C_s$  = carga de sólidos aplicada (adotada) 15 kgSS/m<sup>2</sup>

Logo:

$A$  = área requerida 178,16 m<sup>2</sup>

### Dimensões

Serão adotadas as seguintes dimensões:

$N$  = número de leitos de secagem 6

$L$  = largura 4,00 m

$C$  = comprimento 8,00 m

$A$  = área total resultante =  $N \times L \times C$  192,00 m<sup>2</sup>

### Altura da Lâmina de Lodo

A altura da lâmina de lodo nos leitos de secagem ( $h_{\text{lodo}}$ ) é dada por:

$$h_{\text{lodo}} = Q_{\text{lodo}} \times t / A$$

Logo:

$h_{\text{lodo}}$  = altura da lâmina de lodo 0,34 m

$h_{\text{lodo, adotada}}$  = altura da lâmina de lodo adotada 0,35 m

### 7.8.6 Emissário Final

TRECHO		Extens. (m)	Cotas do terreno		Cotas do tubo		Prof.colet.		VAZÃO				Calculo Hidráulico				Obs.	
Mont.	Jus.		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Trecho	Jus.	Calc.	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Vel. (m/s)	Lamina (%)		Tensao (Pa)
PV	PV	10,30	87,026	87,026	85,476	85,300	1,550	1,726	34,4400		34,4400	34,4400	300	0,01709	1,52	35,76	1,01	
PV	PV	8,55	87,026	85,841	85,445	84,300	1,581	1,541	34,4400		34,4400	34,4400	300	0,13392	0,58	59,00	5,08	
PV	PV	2,20	85,841	85,933	84,300	84,100	2,531	1,833	34,4400		34,4400	34,4400	300	0,09091	0,57	59,00	3,76	
PV	Corpo Receptor	28,95	85,933	82,172	84,100	81,793	1,833	0,379	34,4400		34,4400	34,4400	300	0,07969	0,57	59,00	3,39	
Extensão		50,00																



