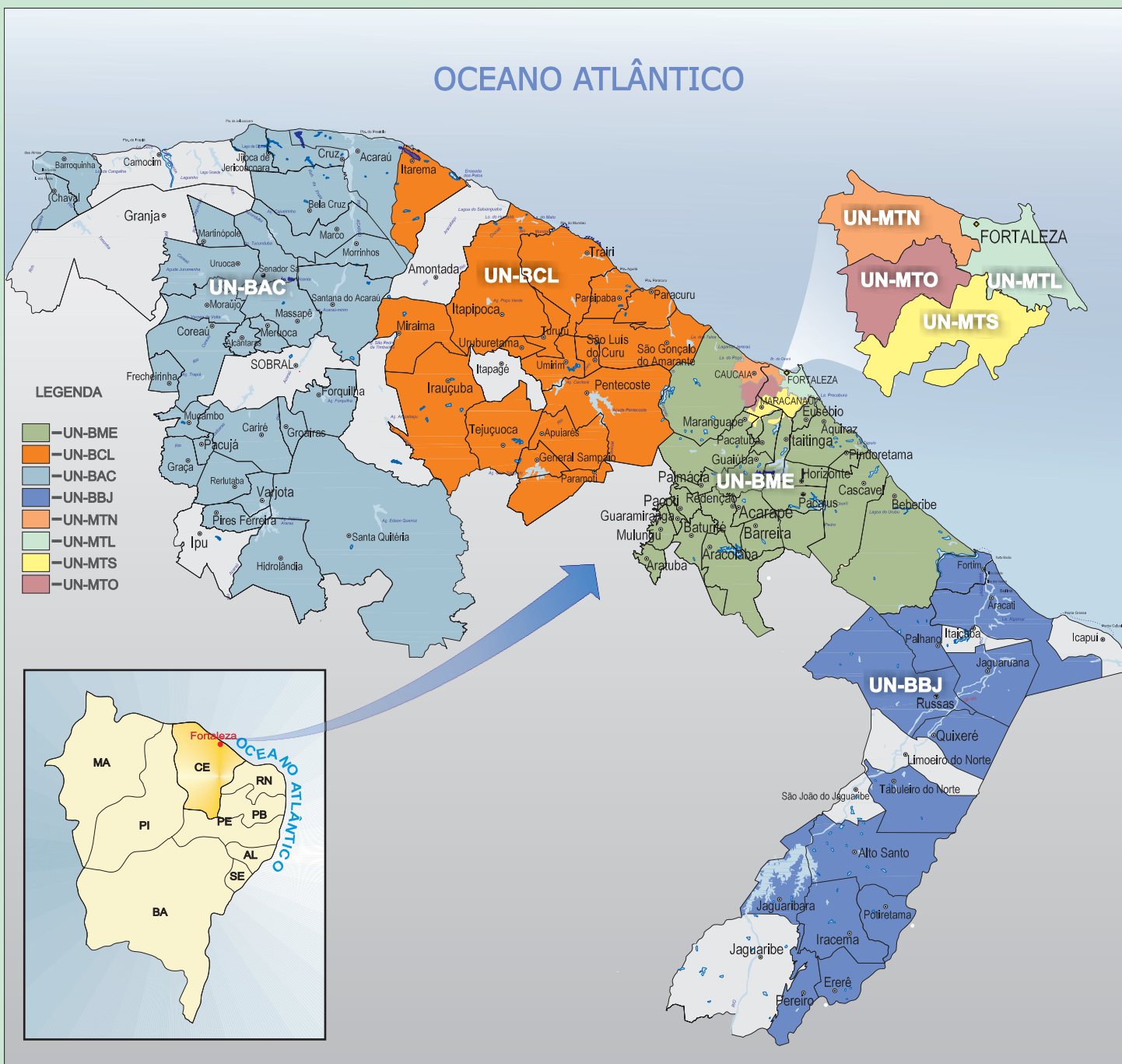


OCEANO ATLÂNTICO



**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       |

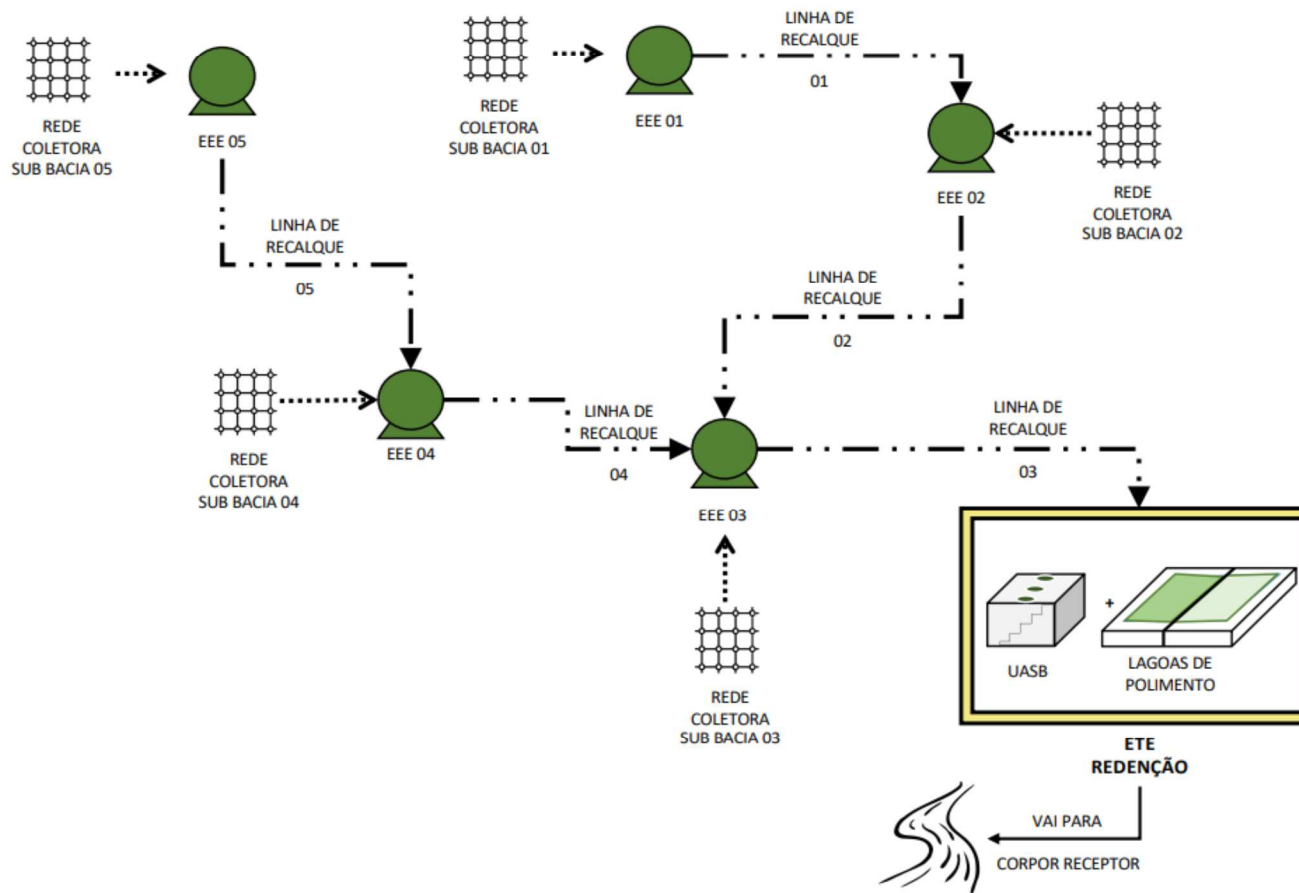
**Estação de Tratamento de Esgoto:**

| 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.

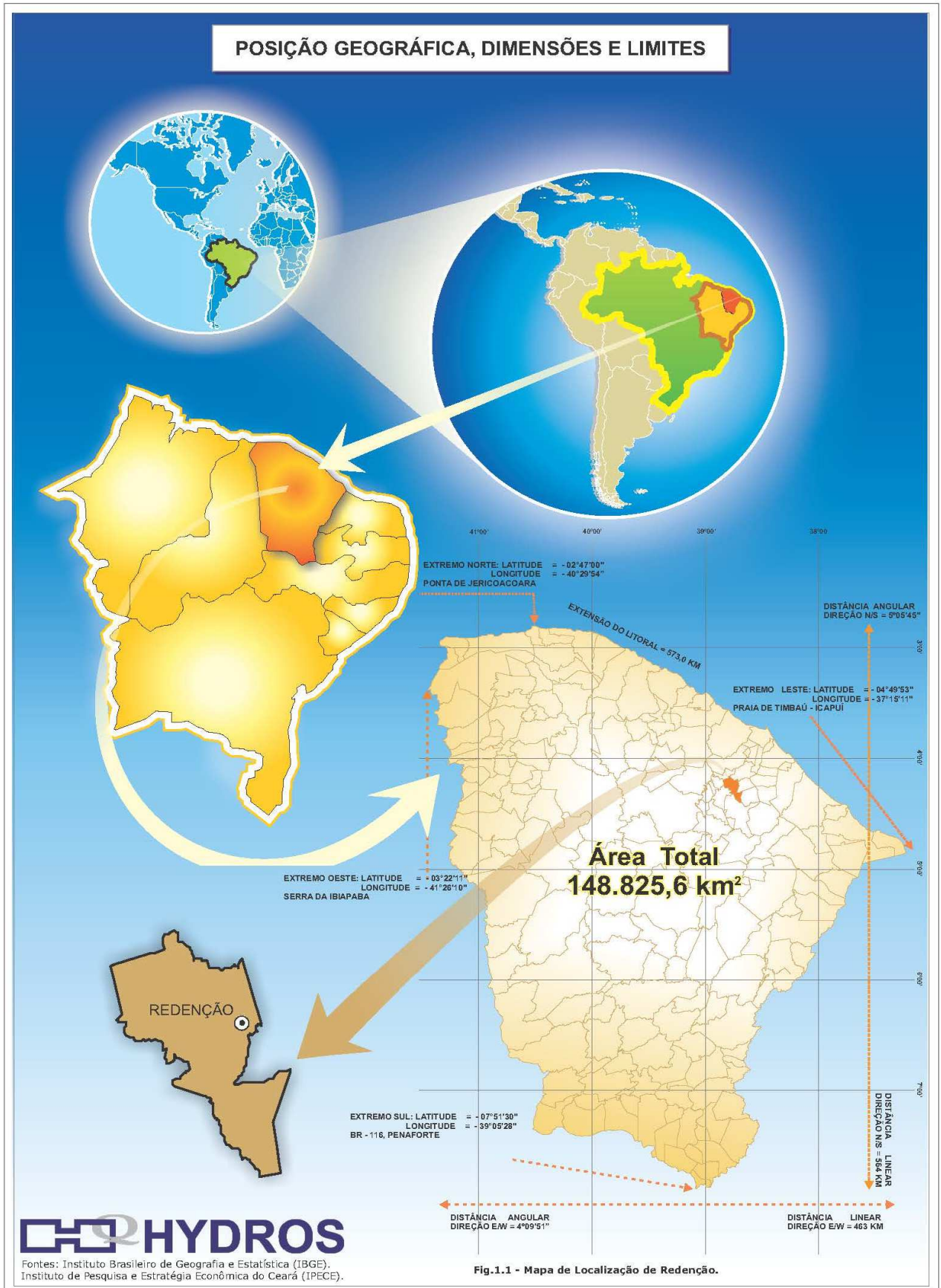
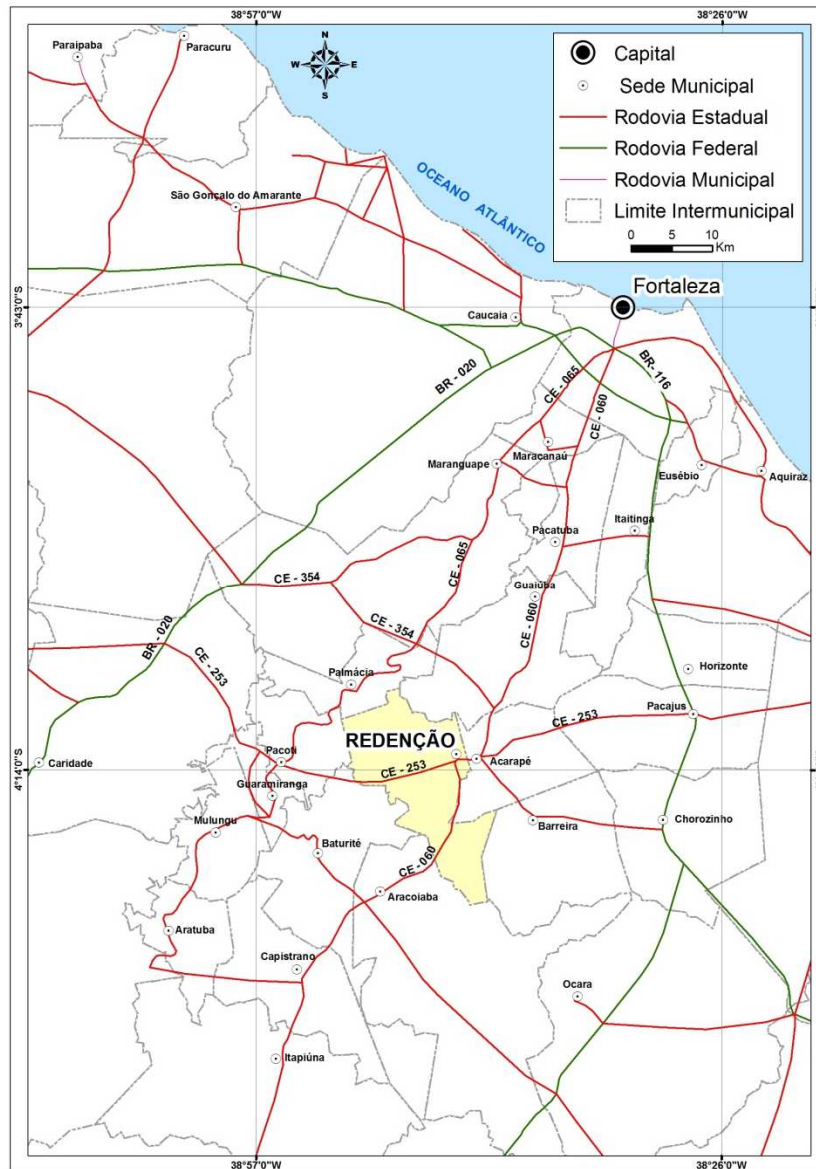


Figura 1.2 - Acesso Rodoviário de Fortaleza à Redenção.



Fonte: Ipece 2012.

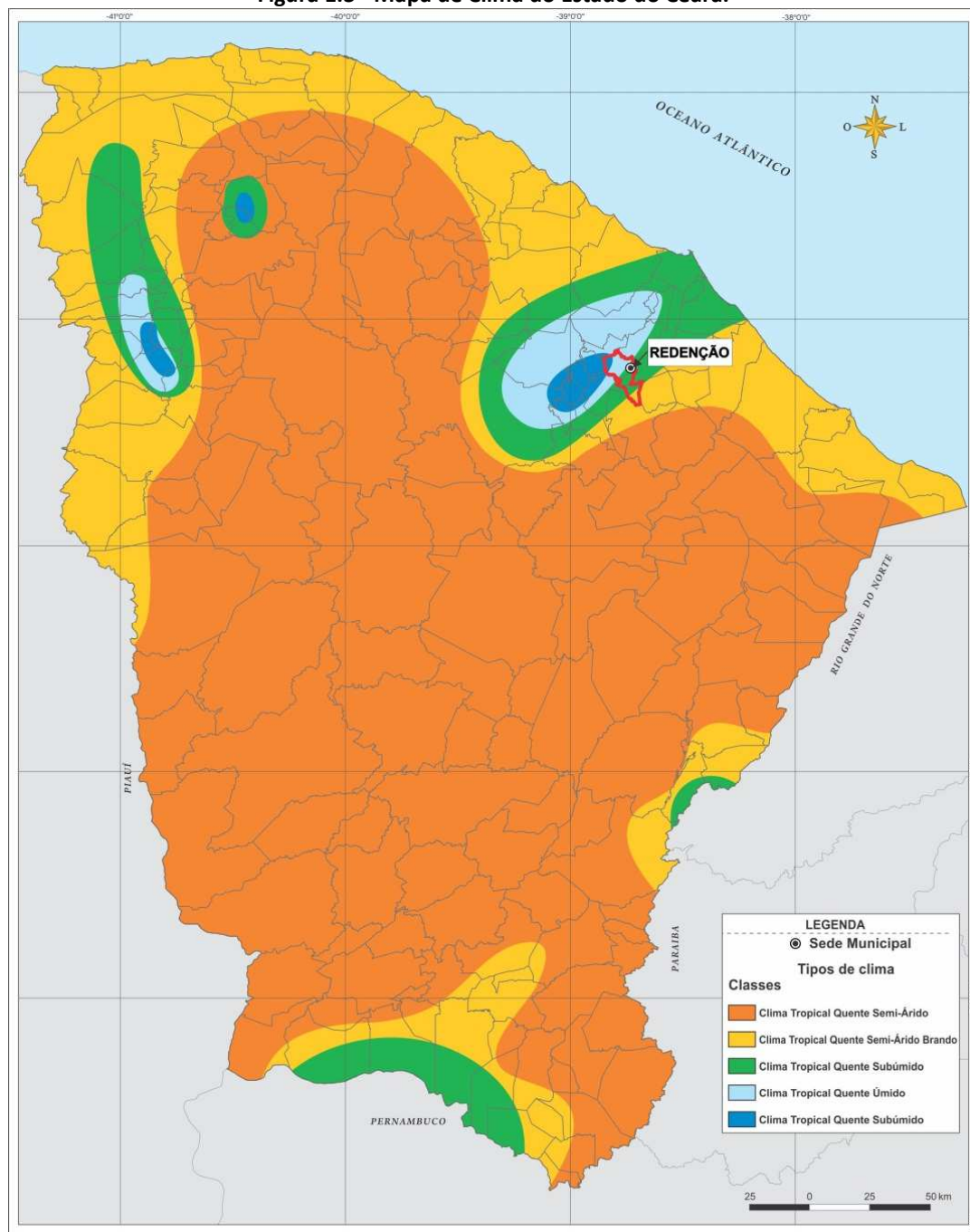
## 1.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

### 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.



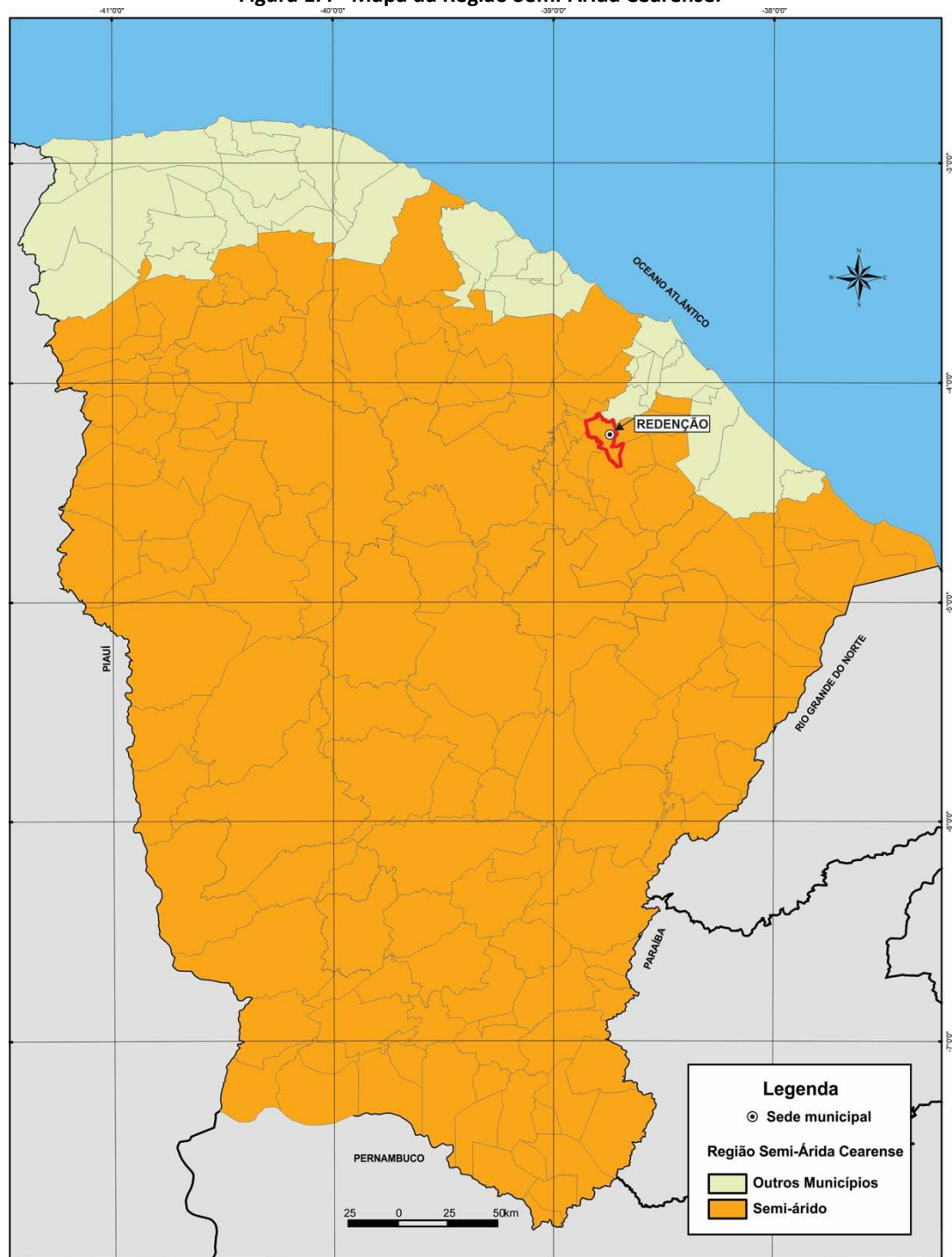
Figura 1.3 - Mapa de Clima do Estado do Ceará.



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**.

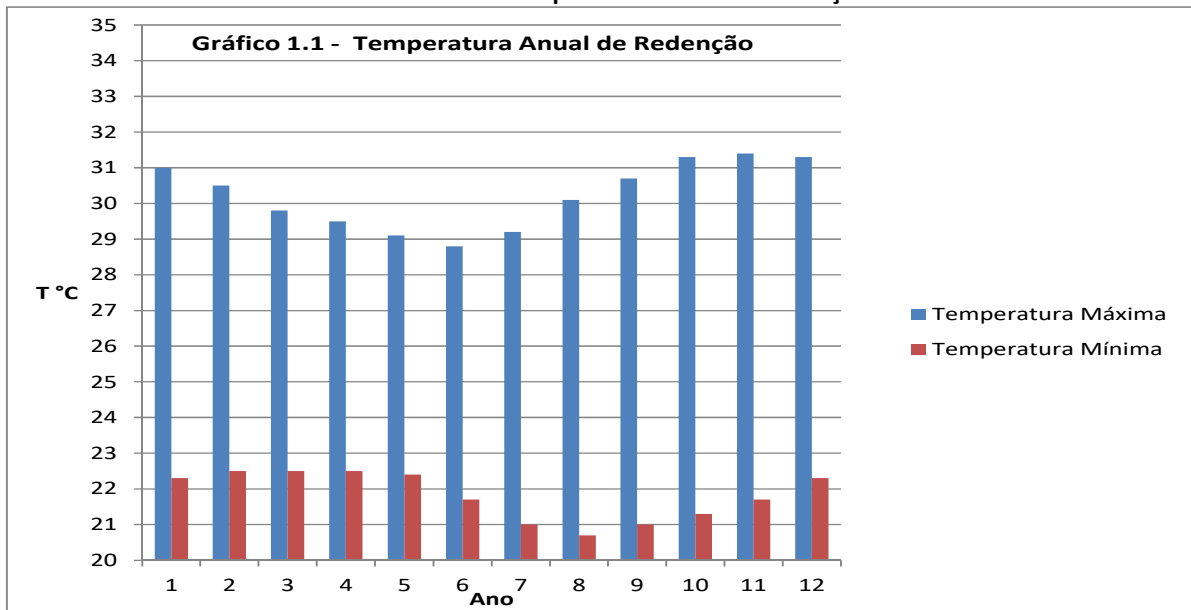
**Tabela 1.2 - Temperatura Máxima e Mínima de Redenção.**

| 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

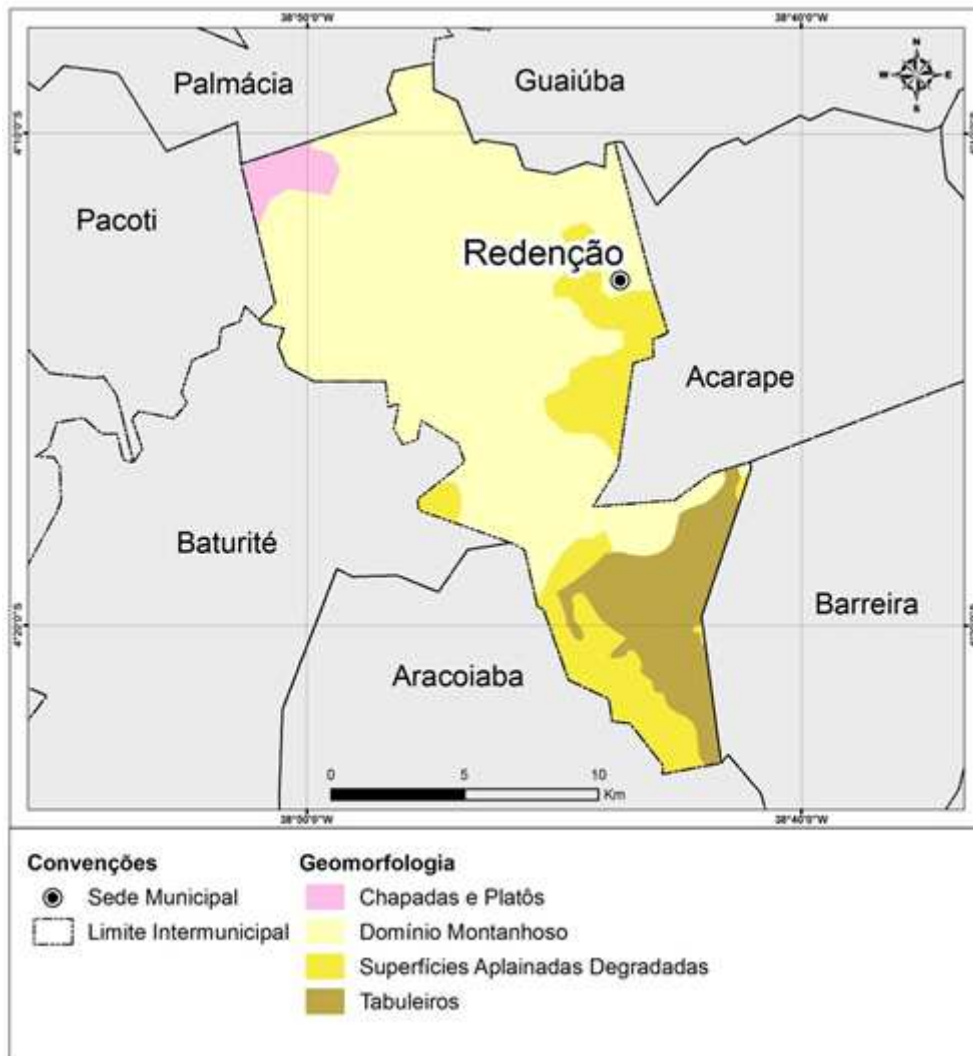
As chuvas acontecem, geralmente, no período de verão-outono. O regime pluviométrico é do tipo tropical, com um curto período chuvoso e outro seco, além do período de estiagem. O período chuvoso ocorre, notadamente, de janeiro a abril, estando o índice pluviométrico anual em torno de 1.062 mm.

### 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.

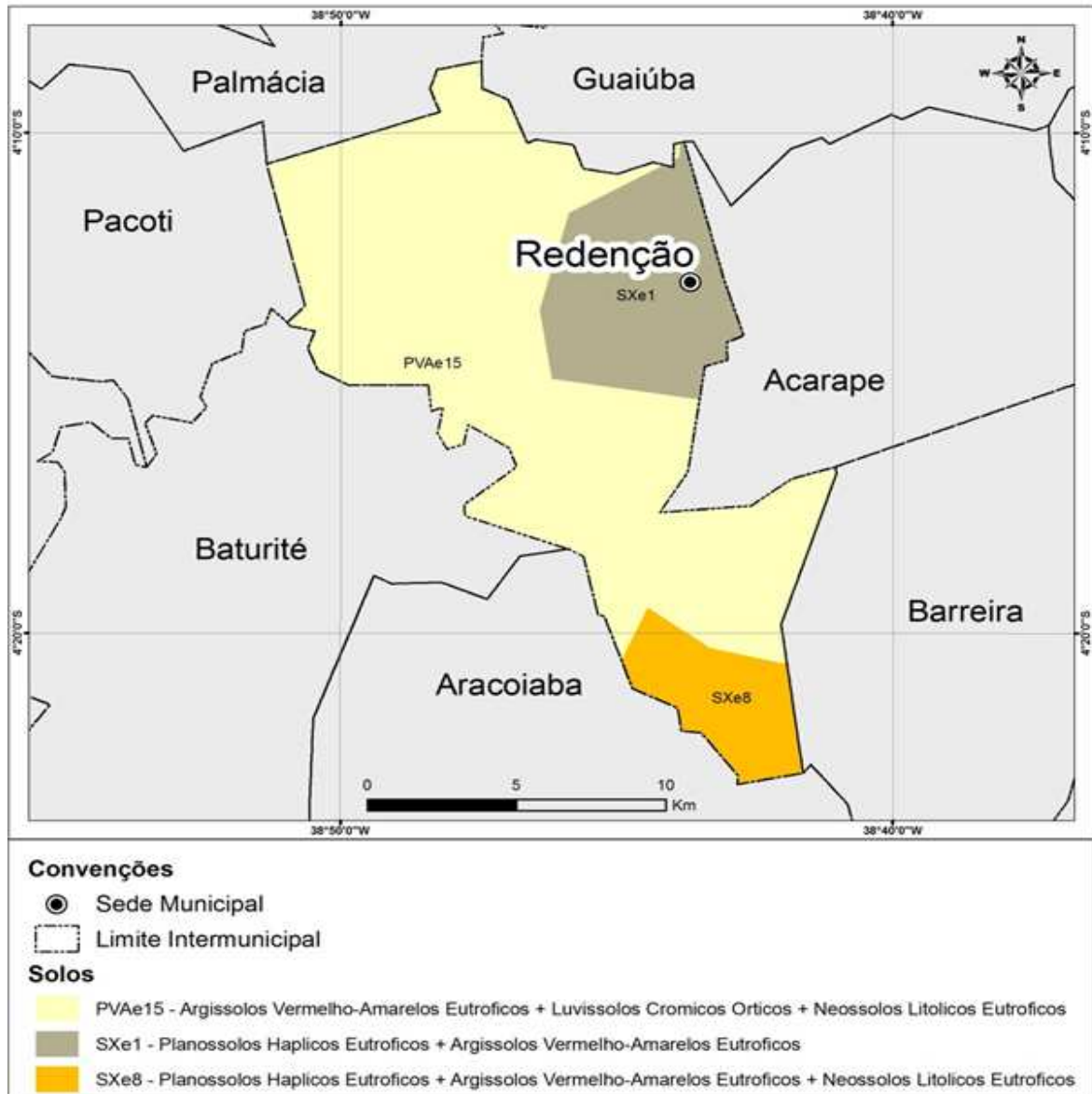
### 1.3.2 Solo

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.

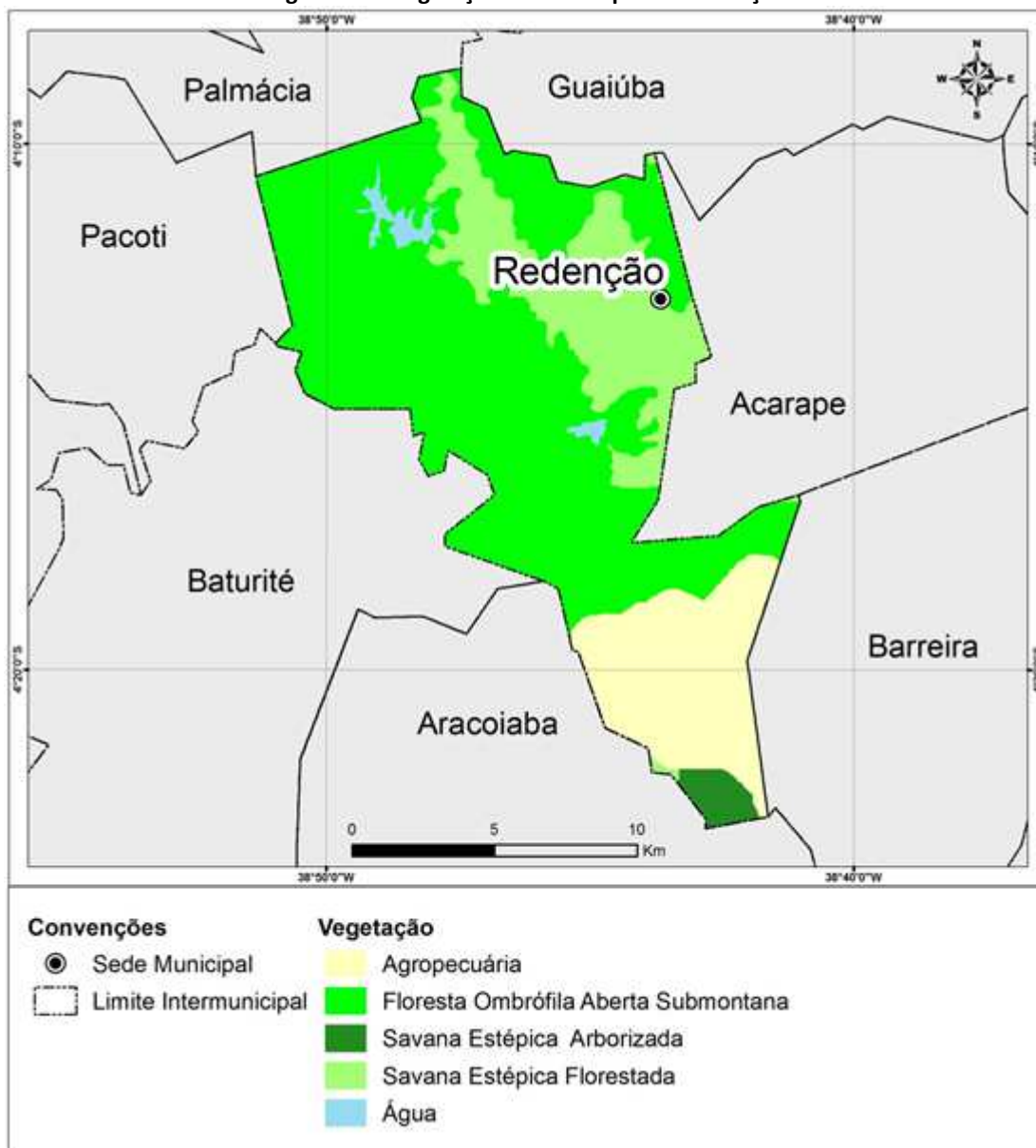


Fonte: CPRM, 2011.

### 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).

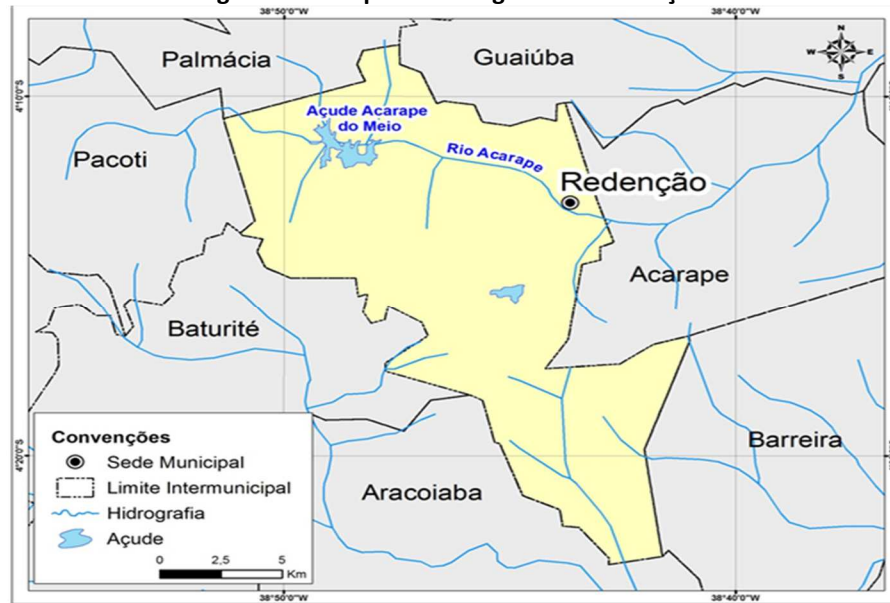
**Figura 1.8 - Mapa de Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.**



Fonte: IPECE, 2012.



Figura 1.9 - Mapa de Hidrografia de Redenção.



Fonte: IPECE, 2012.

#### 1.4.2 Hidrogeologia

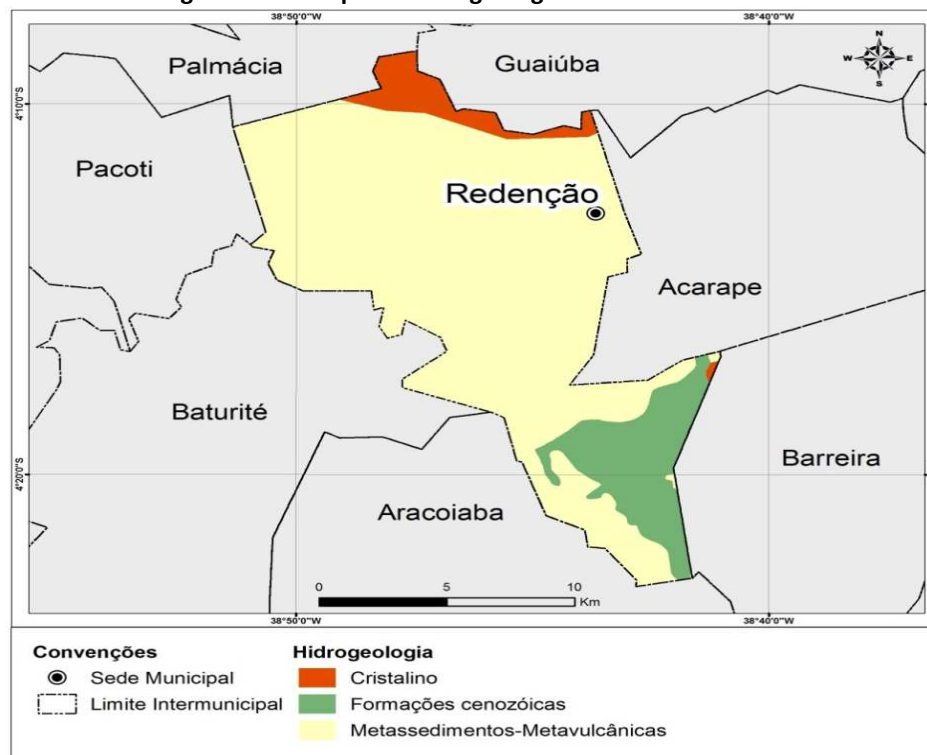
No tocante a hidrogeologia, de acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (1998), existem três domínios no município de Redenção: Rochas cristalinas, Formações Cenozóicas e Metassedimentos – Metavulcânicas (**Fig. 1.10**).

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.**

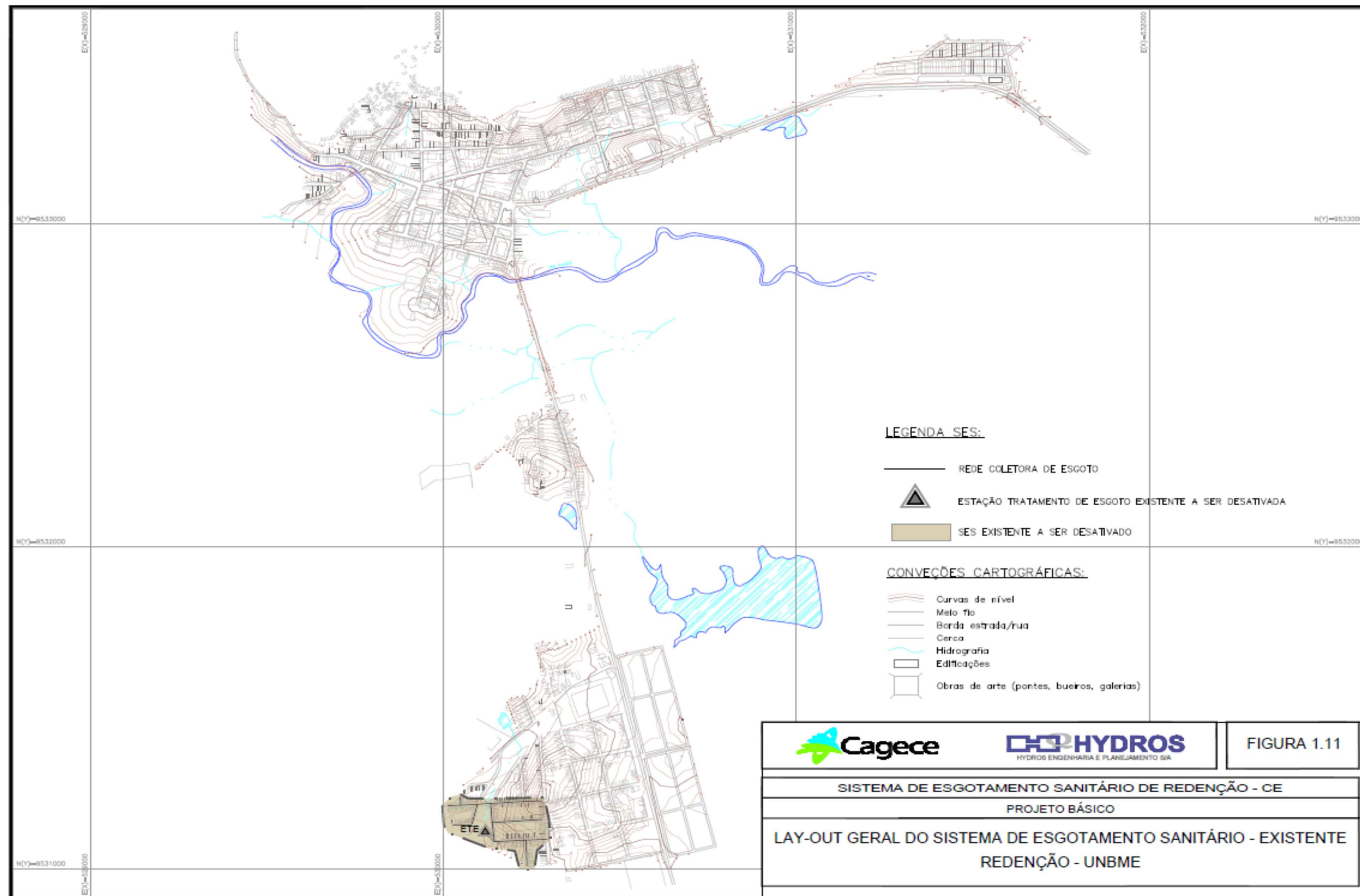
| Coletado               |                                   | Outro destino | Total |
|------------------------|-----------------------------------|---------------|-------|
| Por serviço de limpeza | Em caçambas de serviço de limpeza |               |       |
| 3.108                  | 1.570                             | 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

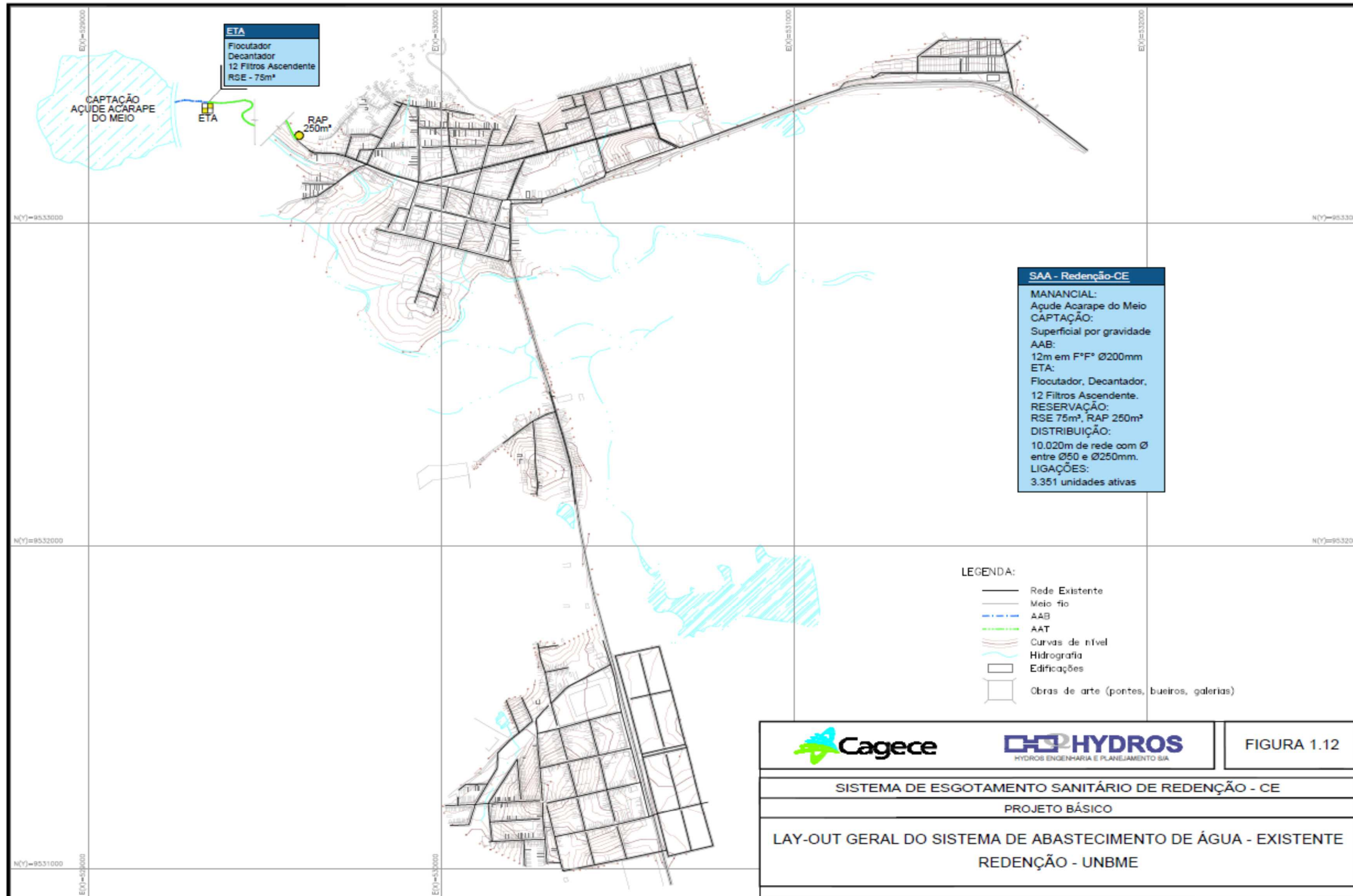
A cidade de Redenção é contemplada com 10.020 m de rede de distribuição com diâmetros entre 50 e 250 mm.

### 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.

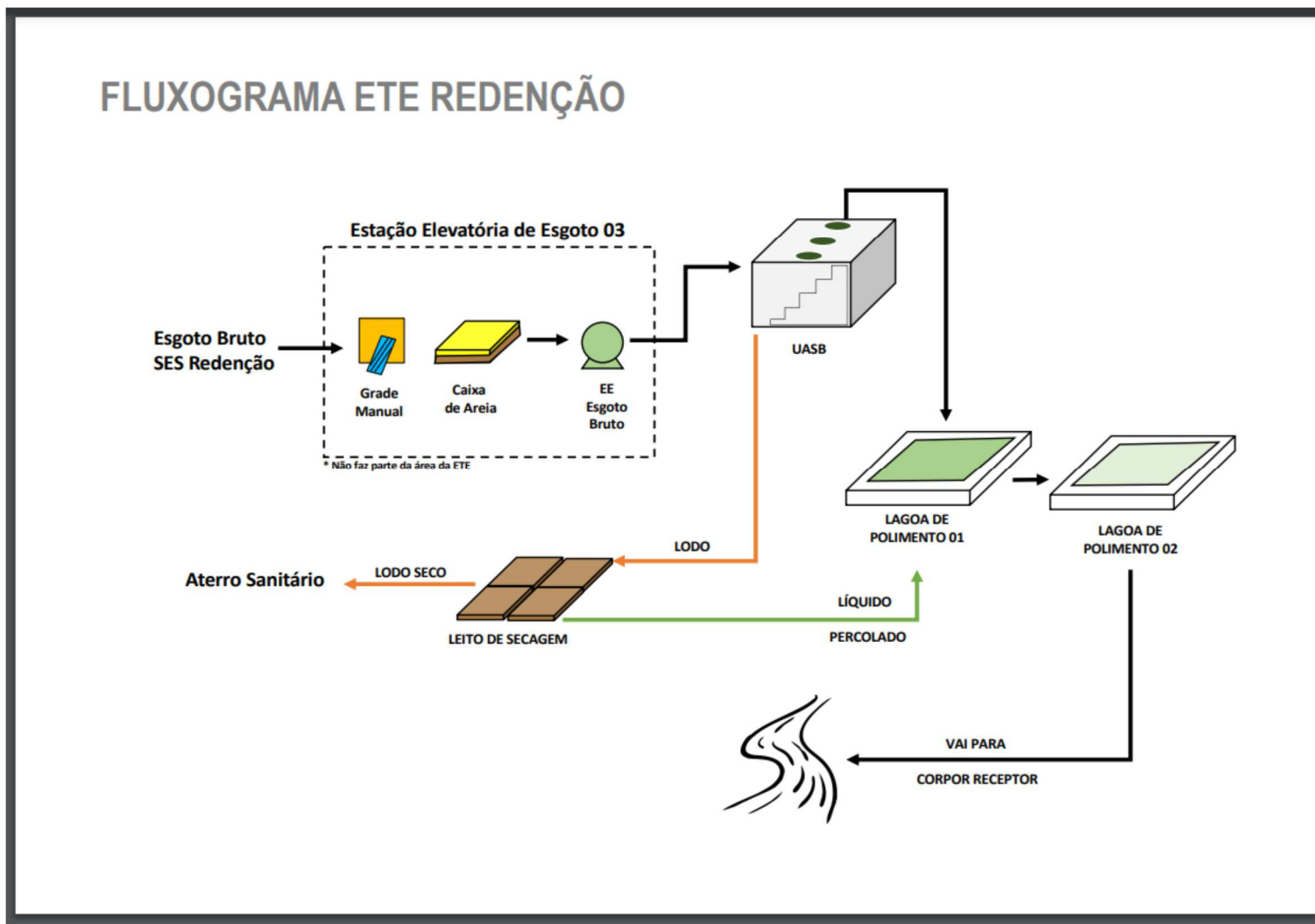
### **2.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

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.

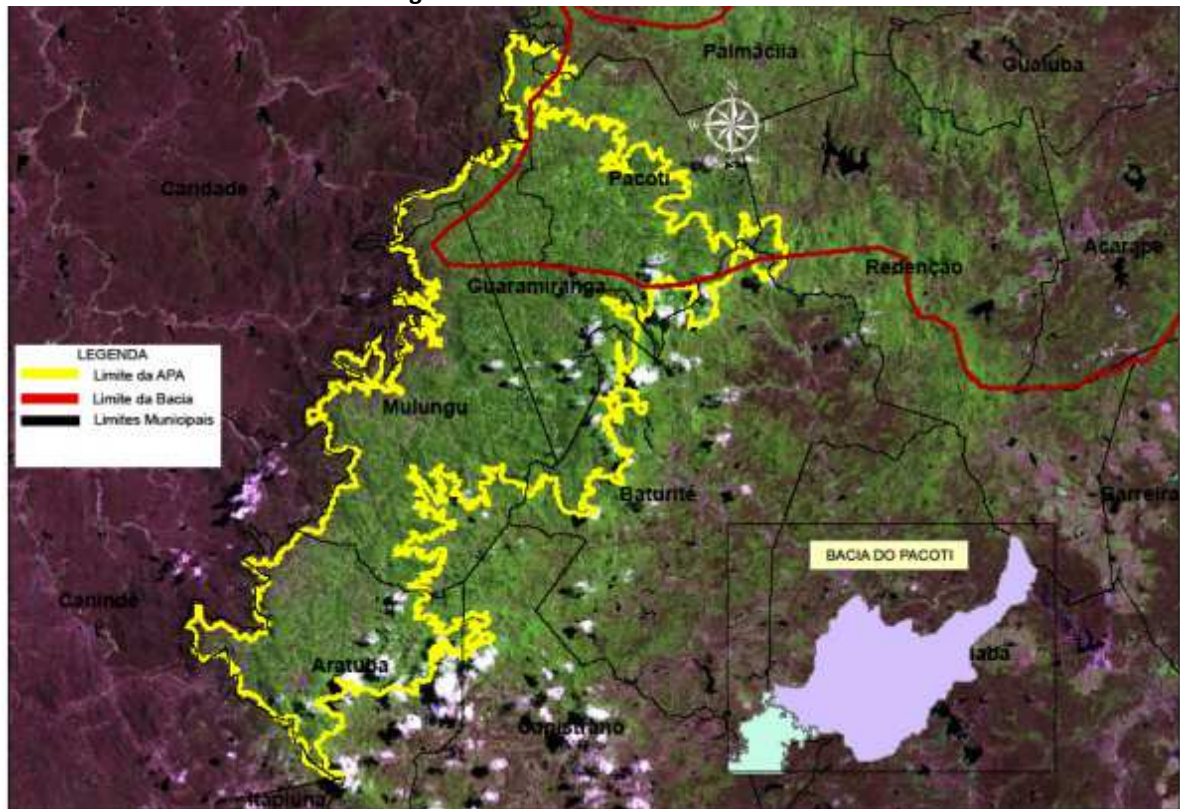
As normas e diretrizes estabelecidas a partir da elaboração do plano de manejo da referida unidade de conservação, não vêm sendo executadas de acordo com os preceitos legais instituídos. A área vem passando por um processo de degradação ambiental mediante o quadro de atores sociais atuantes – como empresários, 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-existentes 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.



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.

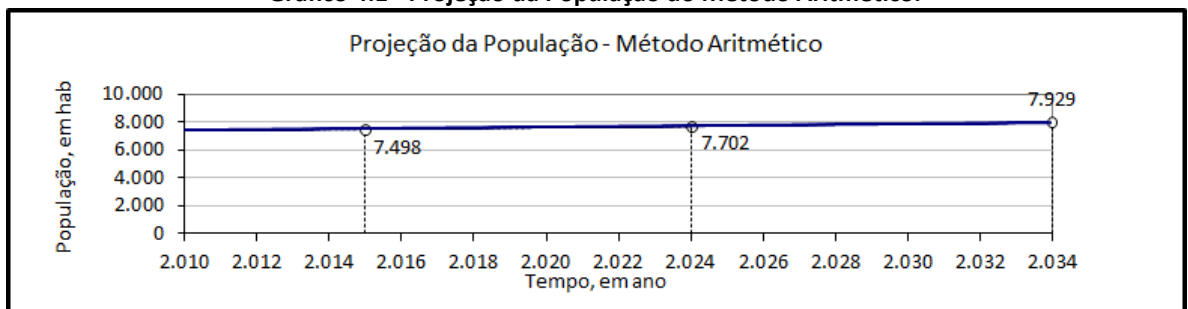
**Quadro 4.2 - Constante de Crescimento Aritmético.**

| 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 | Ano   | População | Ano   | População | Ano   | População | 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<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.

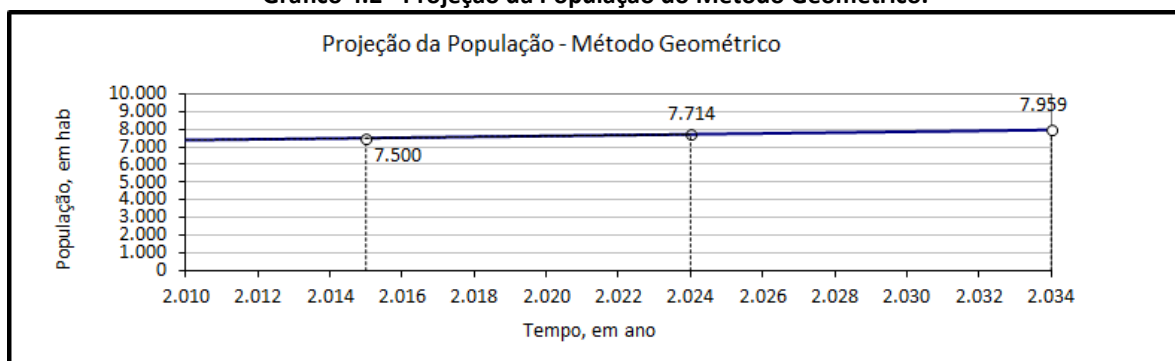
**Quadro 4.4 - Constante de Crescimento Geométrico.**

| 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 | Ano   | População | Ano   | População | Ano   | População | 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:

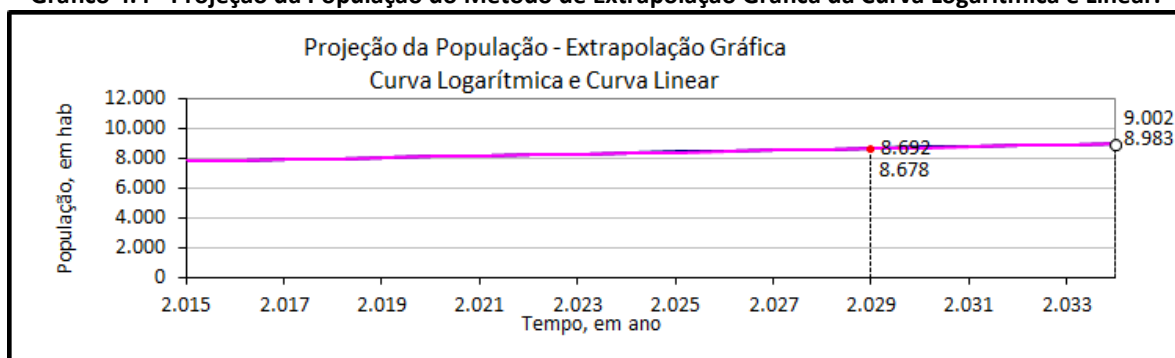
**Quadro 4.7 - Estimativa Populacional da Curva Logarítmica.**

| <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

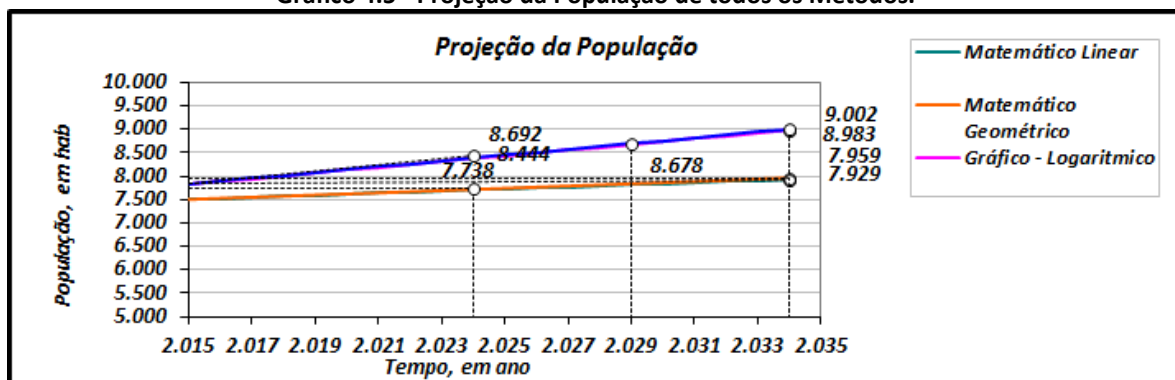
O quadro abaixo apresenta um resumo dos métodos apresentados com as diferentes estimativas de população em médio e fim de plano de forma que se possa ter uma noção quanto suas diferenças e, assim, balizar a decisão quanto qual método adotar.

**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.**

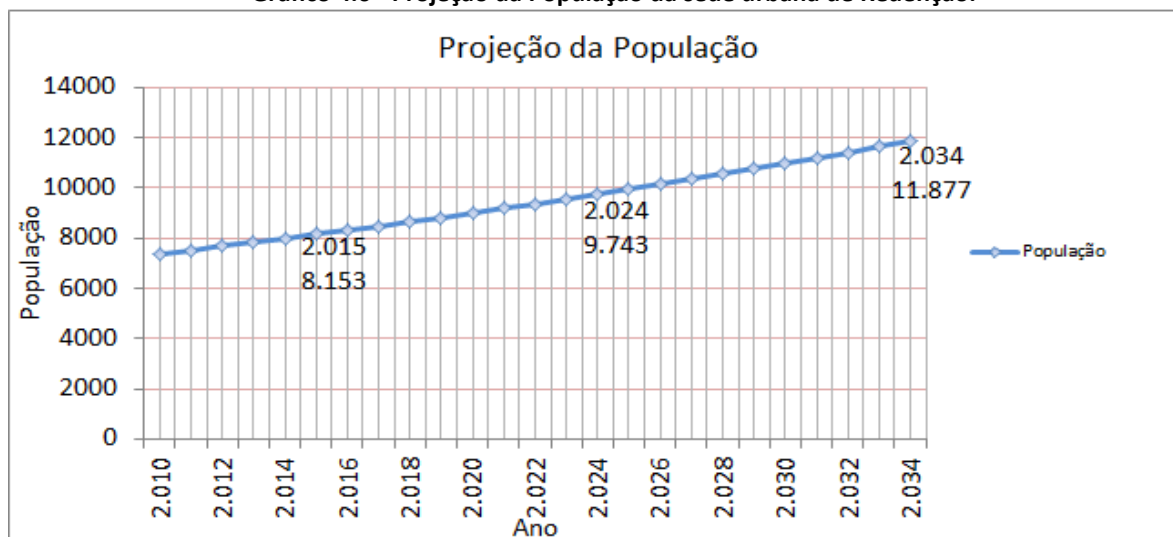


Conforme quadro acima, todas as alternativas apresentam projeções populacionais bem próximas, mas todas estão com a taxa de crescimento geométrico anual abaixo de 2%, sendo norma da Cagece adotar a taxa mínima de 2% a.a. Devido essa consideração, não será considerado nenhum destes estudos, será adotada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

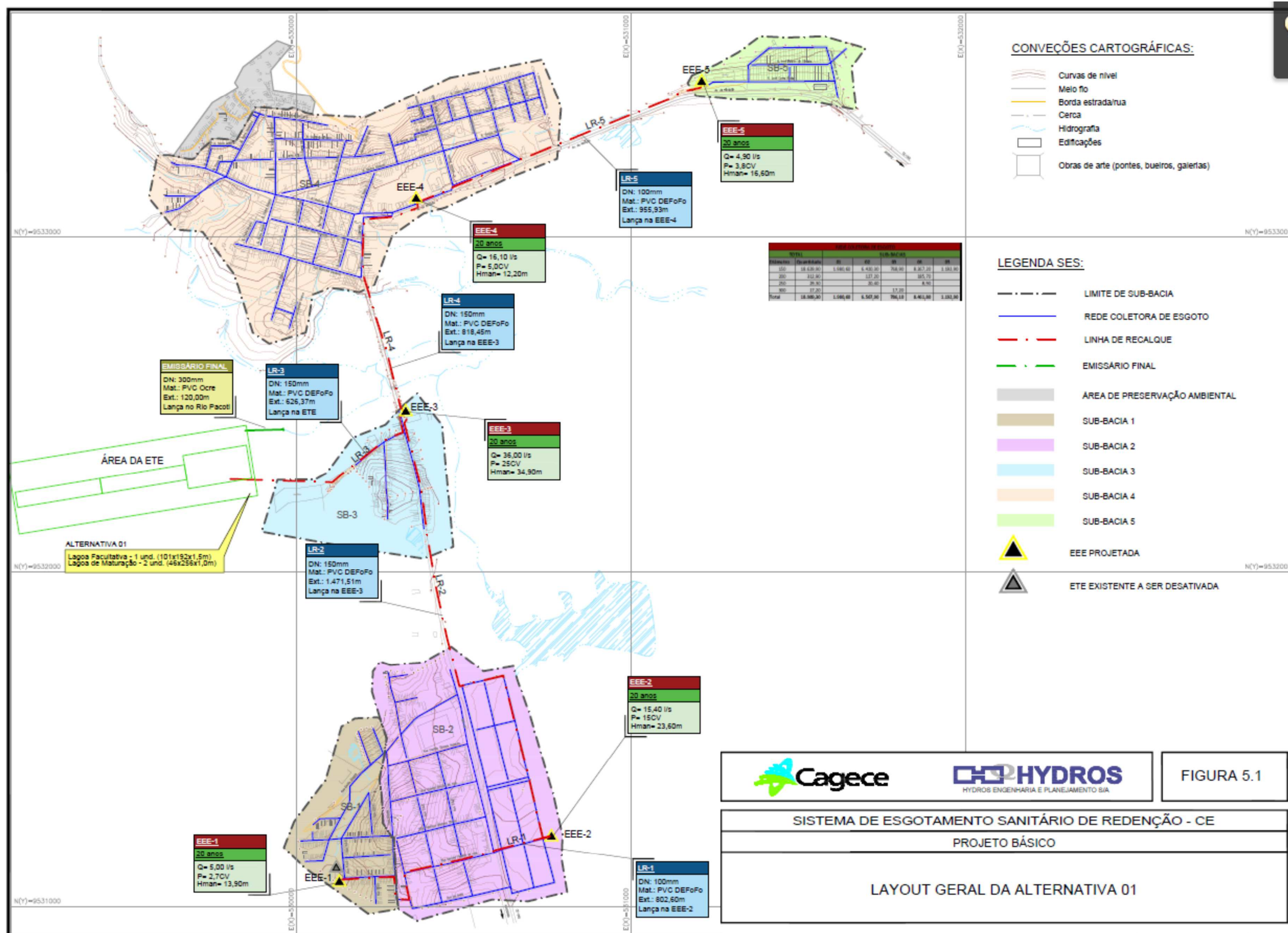
Desvantagens:

- 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:

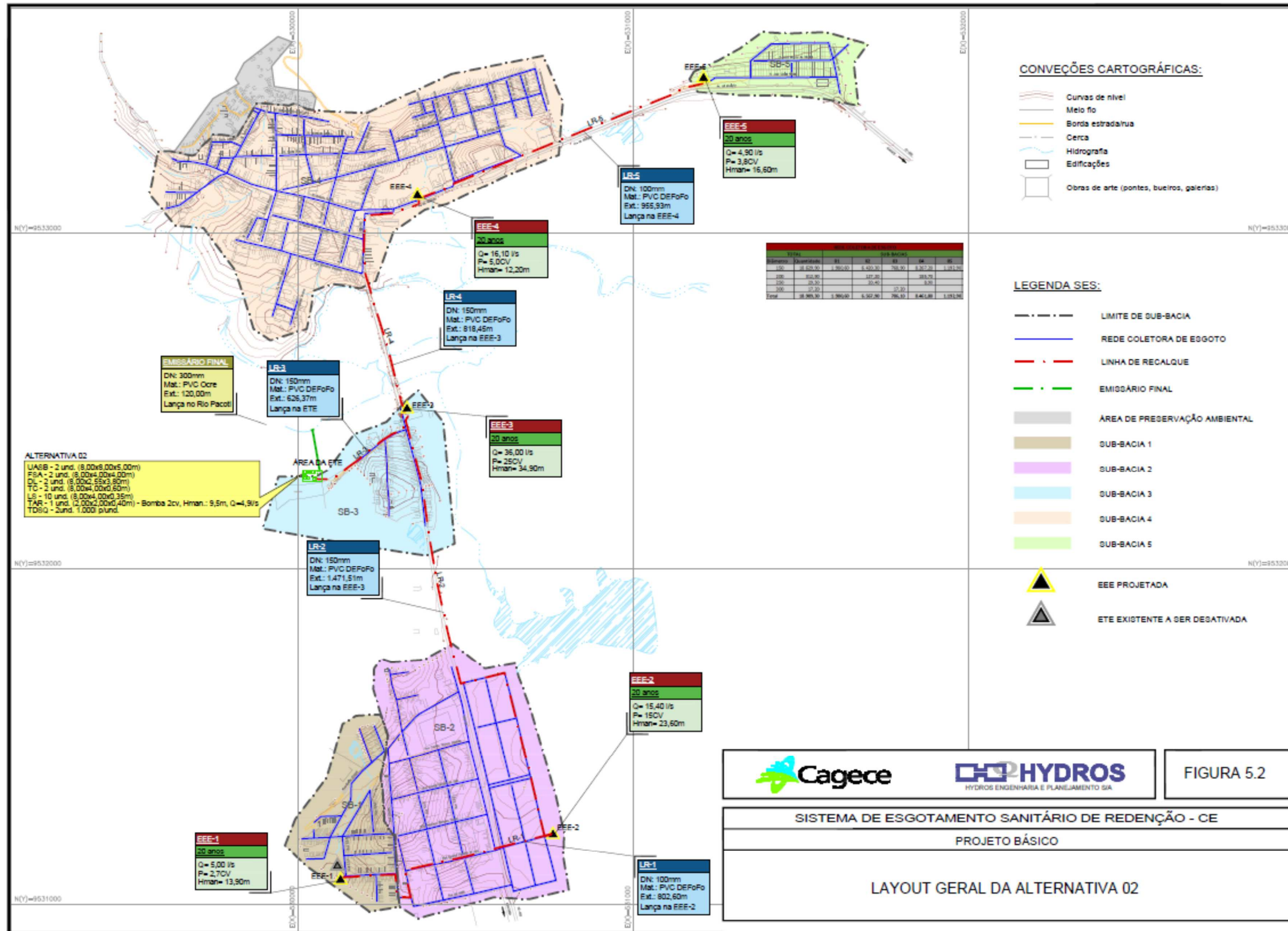
- Necessidade de processamento do lodo descartado com mais frequência;
- Necessidade de maior controle na operação que o sistema de lagoas de estabilização;
- Maior consumo de energia elétrica;
- Possibilidade de geração de maus odores no reator UASB (porém controláveis).

### 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.

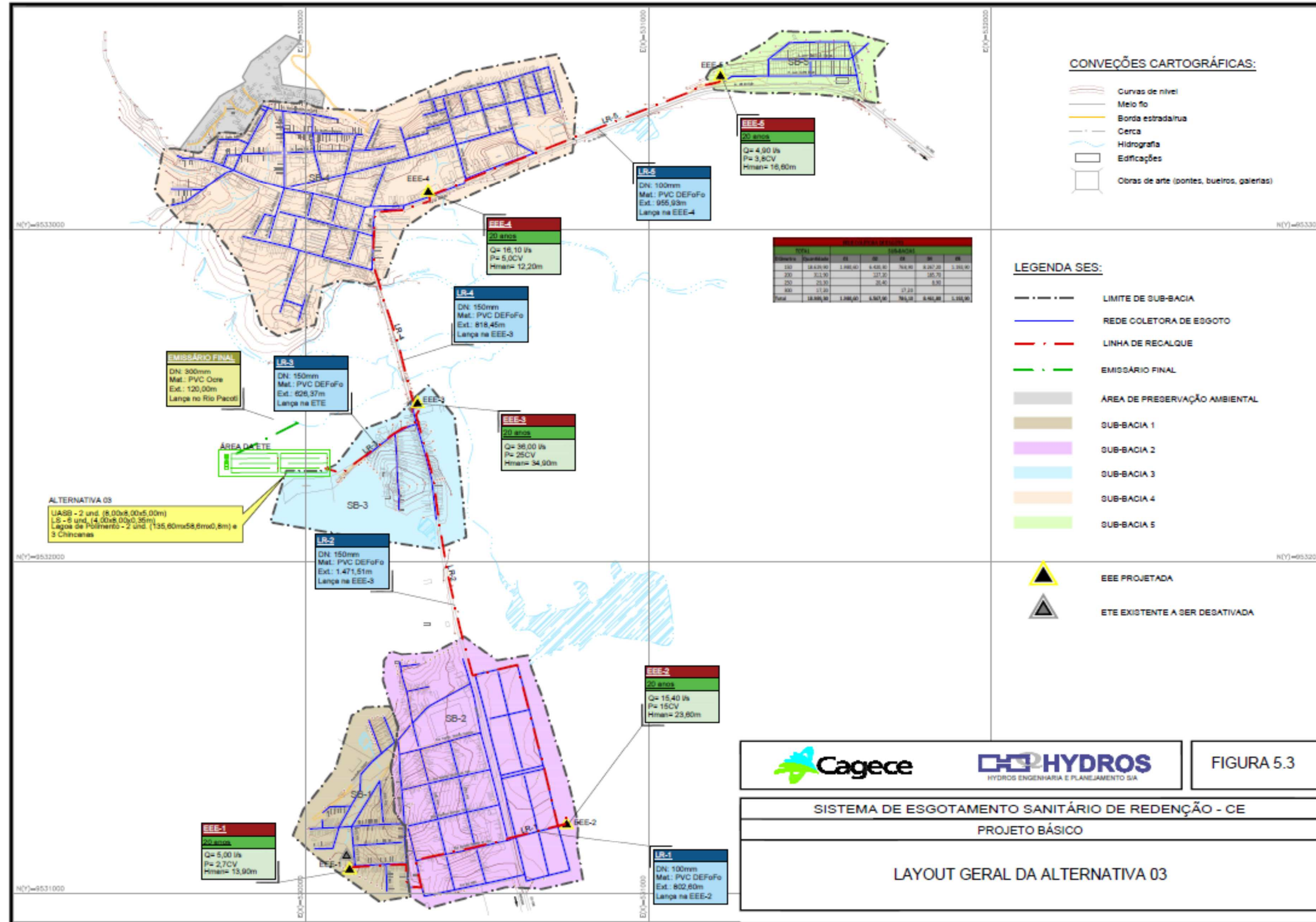
Desvantagens:

- 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

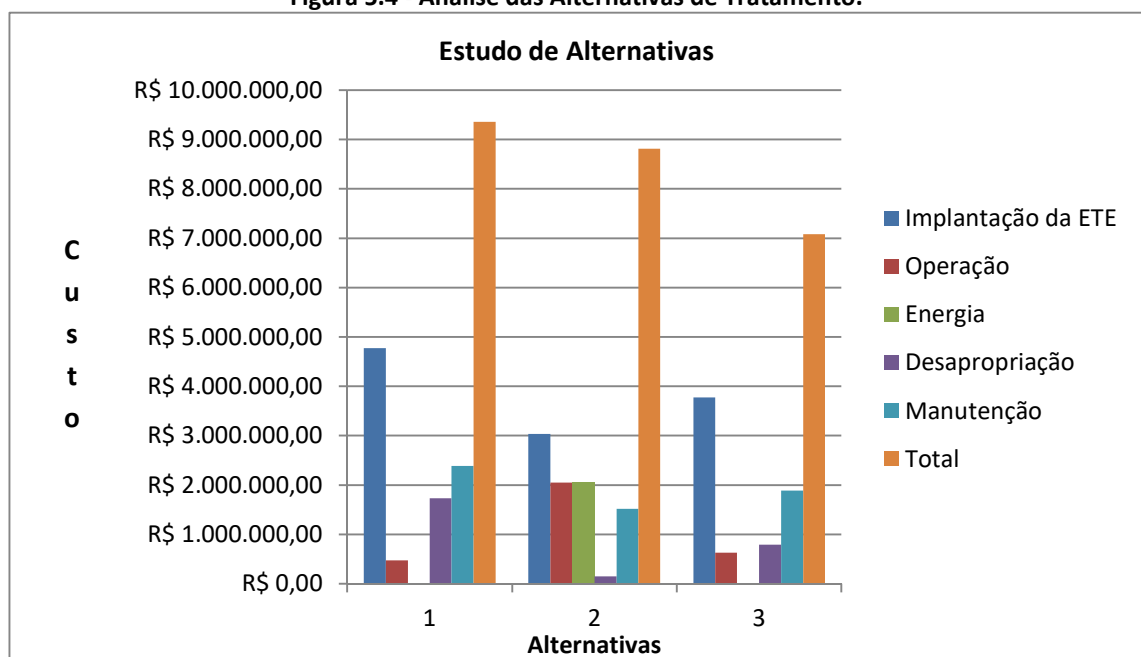
de ETE e 1 (um) auxiliar de operação, já que trata-se de um tratamento mais específico e com maior necessidade de controle operacional para sua boa eficiência. Para alternativa 3, foi considerado apenas 1 (um) operador de ETE, já que se trata de um tratamento simples, mas que necessita mais controle 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.

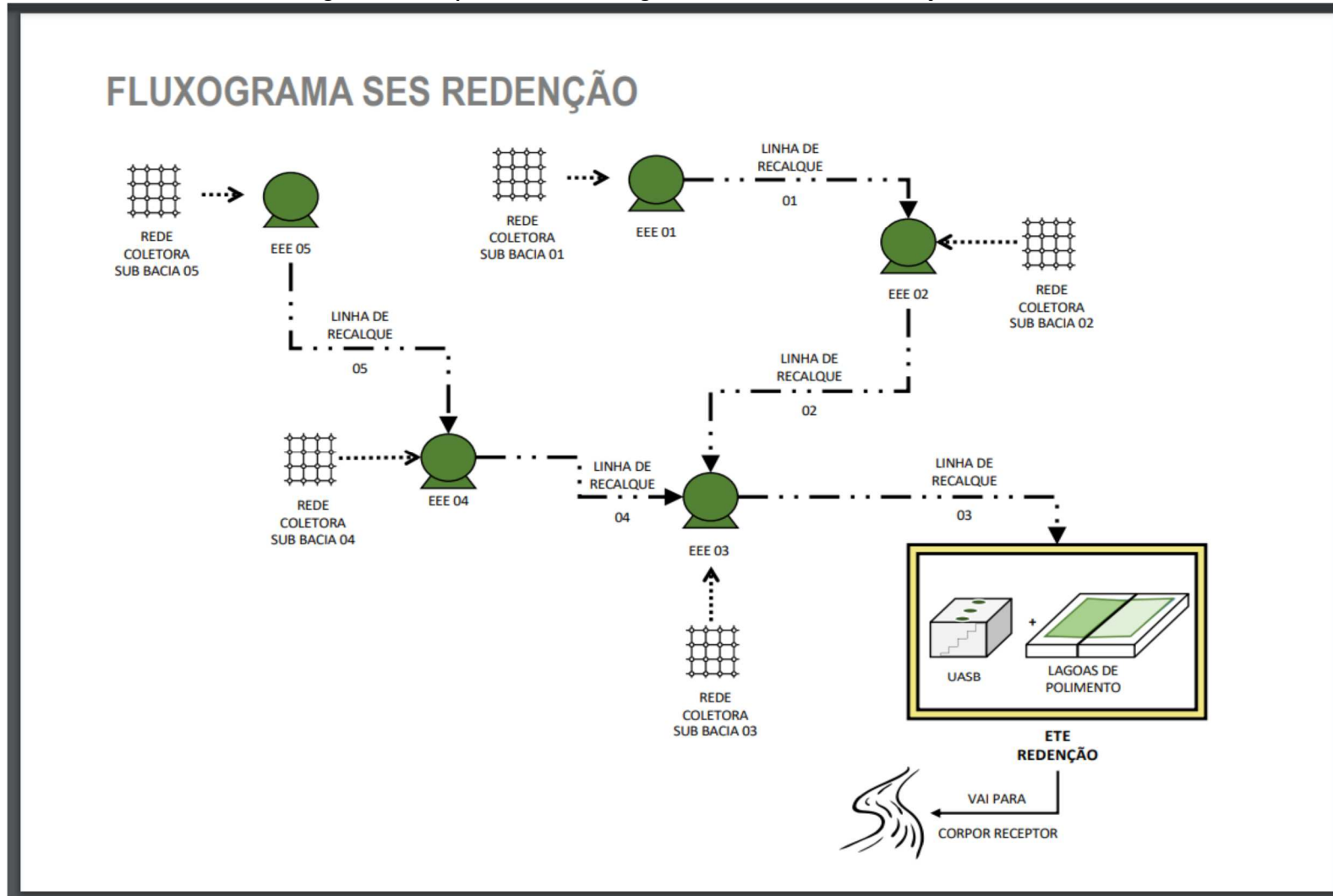
A topografia local das sub-bacias definiu o traçado da rede, ficando bem determinados os pontos necessários para implantação de elevatórias e travessias (verificar, nas plantas de travessias, a observação de instrução de Serviço DG nº 07/2008 do DNIT), bem como as desapropriações necessárias para evitar 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.



$$I_{\text{máx}} = 2,66.Q_f^{-0,67}$$

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.

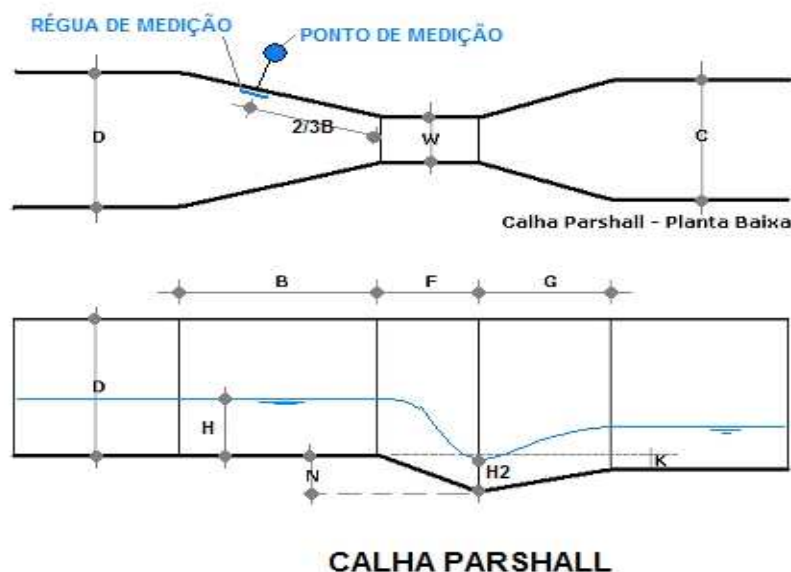
Obs: Esta caixa de areia será usada apenas na estação elevatória 3, já que as outras (1, 2, 4 e 5) serão contempladas apenas com grade em aço inox.

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<br>(l/s) | Q max<br>(l/s) | W     |       | Q min<br>(l/s) | Q máx.<br>(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.

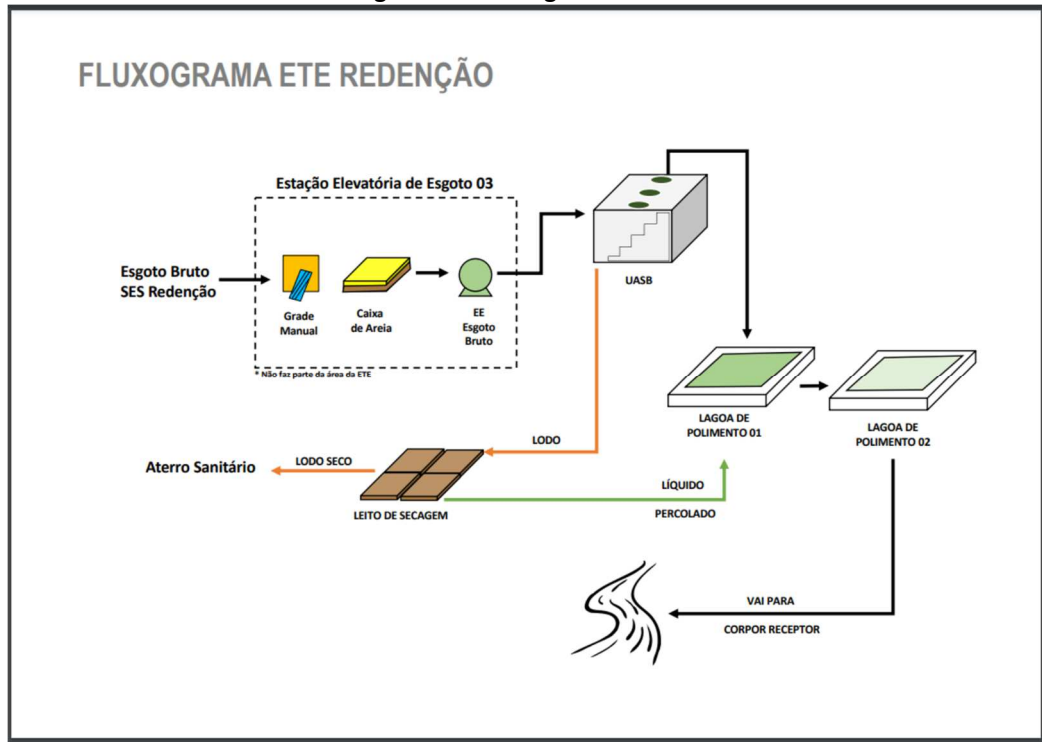
Tendo em vista as características dos efluentes e as considerações já mencionadas anteriormente, optou-se por adotar um tratamento biológico constituído por UASB seguido de Lagoas de Polimento.

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 |
| 2.015                            | 8.153                      | 696             | 2.667           | 1.167           | 3.016           | 607             |
| 2.024                            | 9.743                      | 832             | 3.188           | 1.395           | 3.604           | 724             |
| 2.034                            | 11.877                     | 1.014           | 3.886           | 1.700           | 4.394           | 883             |

## 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 |
| <b>2.015</b> | <b>8.153</b>               | <b>1.068,03</b> | 91,16                   | 696             | 349,45                  | 2.667           | 152,87                  | 1.167           | 395,10                  | 3.016           | 79,46                   | 607             |
| 2.016        | 8.316                      |                 |                         | 710             |                         | 2.721           |                         | 1.190           |                         | 3.076           |                         | 619             |
| 2.017        | 8.482                      |                 |                         | 724             |                         | 2.775           |                         | 1.214           |                         | 3.138           |                         | 631             |
| 2.018        | 8.652                      |                 |                         | 738             |                         | 2.831           |                         | 1.238           |                         | 3.201           |                         | 644             |
| 2.019        | 8.825                      |                 |                         | 753             |                         | 2.887           |                         | 1.263           |                         | 3.265           |                         | 657             |
| 2.020        | 9.001                      |                 |                         | 768             |                         | 2.945           |                         | 1.288           |                         | 3.330           |                         | 670             |
| 2.021        | 9.181                      |                 |                         | 784             |                         | 3.004           |                         | 1.314           |                         | 3.396           |                         | 683             |
| 2.022        | 9.365                      |                 |                         | 799             |                         | 3.064           |                         | 1.340           |                         | 3.465           |                         | 697             |
| 2.023        | 9.552                      |                 |                         | 815             |                         | 3.125           |                         | 1.367           |                         | 3.534           |                         | 711             |
| <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>      |
| 2.025        | 9.938                      |                 |                         | 848             |                         | 3.252           |                         | 1.422           |                         | 3.676           |                         | 740             |
| 2.026        | 10.137                     |                 |                         | 865             |                         | 3.317           |                         | 1.451           |                         | 3.750           |                         | 754             |
| 2.027        | 10.339                     |                 |                         | 882             |                         | 3.383           |                         | 1.480           |                         | 3.825           |                         | 769             |
| 2.028        | 10.546                     |                 |                         | 900             |                         | 3.451           |                         | 1.509           |                         | 3.901           |                         | 785             |
| 2.029        | 10.757                     |                 |                         | 918             |                         | 3.520           |                         | 1.540           |                         | 3.979           |                         | 800             |
| 2.030        | 10.972                     |                 |                         | 936             |                         | 3.590           |                         | 1.570           |                         | 4.059           |                         | 817             |
| 2.031        | 11.192                     |                 |                         | 955             |                         | 3.662           |                         | 1.602           |                         | 4.140           |                         | 833             |
| 2.032        | 11.416                     |                 |                         | 974             |                         | 3.735           |                         | 1.634           |                         | 4.223           |                         | 850             |
| 2.033        | 11.644                     |                 |                         | 994             |                         | 3.810           |                         | 1.667           |                         | 4.307           |                         | 866             |
| <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>      |

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

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

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

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

| Col. | Trecho | PV Ini<br>PV Fim | Ext. (m) | Cont. Lin.<br>(L/s/km)<br>ini/fim | Cont. Tre.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q pontual<br>(L/s) | Q Mont.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q Jus.<br>(L/s)<br>ini/fim | Diam.<br>(mm) | Decliv.<br>(m/m) | Cota Ter.<br>(m) | Cota Col.<br>(m) | Rec. Col.<br>(m)<br>mon/jus | Prof. Vala<br>(m)<br>mon/jus | y/D<br>ini/fim | V (m/s)<br>ini/fim | Arr. In.<br>(Pa) Vc<br>(m/s) | n<br>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<br>PV Fim | Ext. (m) | Cont. Lin.<br>(L/s/km)<br>ini/fim | Cont. Tre.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q pontual<br>(L/s) | Q Mont.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q Jus.<br>(L/s)<br>ini/fim | Diam.<br>(mm) | Decliv.<br>(m/m) | Cota Ter.<br>(m) | Cota Col.<br>(m) | Rec. Col.<br>(m)<br>mon/jus | Prof. Vala<br>(m)<br>mon/jus | y/D<br>ini/fim | V (m/s)<br>ini/fim | Arr. In.<br>(Pa) Vc<br>(m/s) | n<br>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                         | 0,013        |
| 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<br>PV Fim | Ext. (m) | Cont. Lin.<br>(L/s/km)<br>ini/fim | Cont. Tre.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q pontual<br>(L/s) | Q Mont.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q Jus.<br>(L/s)<br>ini/fim | Diam.<br>(mm) | Decliv.<br>(m/m) | Cota Ter.<br>(m) | Cota Col.<br>(m) | Rec. Col.<br>(m)<br>mon/jus | Prof. Vala<br>(m)<br>mon/jus | y/D<br>ini/fim | V (m/s)<br>ini/fim | Arr. In.<br>(Pa) Vc<br>(m/s) | n<br>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<br>Fim | Ext. (m) | Cont. Lin.<br>(L/s/km)<br>ini/fim | Cont. Tre.<br>(L/s) ini/fim | Q<br>pontual<br>(L/s) | Q Mont.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q Jus.<br>(L/s)<br>ini/fim | Diam.<br>(mm) | Decliv.<br>(m/m) | Cota Ter.<br>(m) | Cota Col.<br>(m) | Rec. Col.<br>(m)<br>mon/jus | Prof. Vala<br>(m)<br>mon/jus | y/D<br>ini/fim | V (m/s)<br>ini/fim | Arr. In. (Pa)<br>Vc (m/s) | n<br>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*

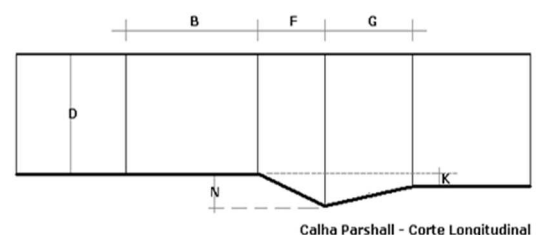
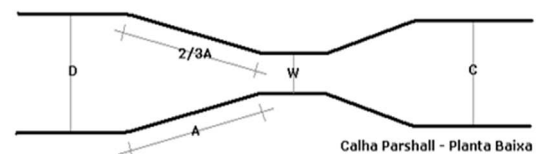
|                      |       |
|----------------------|-------|
| $h_{\max}$ (m)       | 0,054 |
| $h_{\text{med}}$ (m) | 0,027 |
| $h_{\min}$ (m)       | 0,019 |

#### 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> =<br>b.h<br>(m²) | A <sub>u</sub> =<br>A <sub>t</sub> .E<br>(m²) | V =<br>Q/A <sub>u</sub><br>(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

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 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

Serão adotadas 9 barras paralelas.

#### Fórmula:

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

### 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

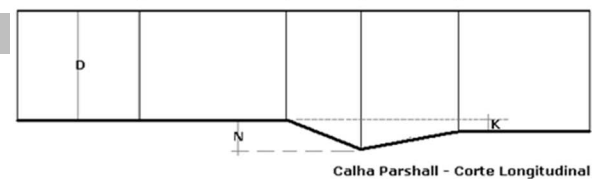
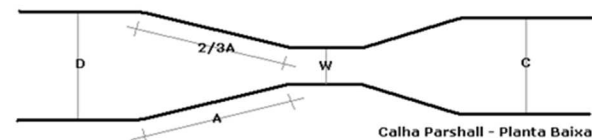
|                      |       |
|----------------------|-------|
| $h_{\max}$ (m)       | 0,154 |
| $h_{\text{med}}$ (m) | 0,078 |
| $h_{\min}$ (m)       | 0,041 |

#### 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    |

### 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

### Fórmulas:

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

com t' = 3s

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

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

### Verificação das velocidades

| Q (m³/s) | h (m) | A <sub>t</sub> =<br>b.h<br>(m²) | A <sub>u</sub> =<br>A <sub>t</sub> .E<br>(m²) | V =<br>Q/A <sub>u</sub><br>(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><br>(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

#### 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) | 0,348 |
|----------------|-------|

|                      |       |
|----------------------|-------|
| $H_{\text{med}}$ (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 |
|----------------------|-------|

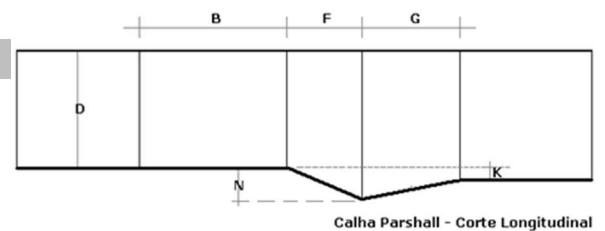
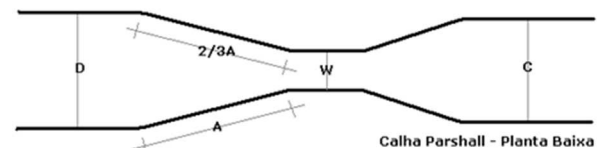
|                |       |
|----------------|-------|
| $h_{\min}$ (m) | 0,011 |
|----------------|-------|

**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> =<br>b.h<br>(m²) | A <sub>u</sub> =<br>A <sub>t</sub> .E<br>(m²) | V =<br>Q/A <sub>u</sub><br>(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

##### *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)       | 0,209 |
| $H_{\text{med}}$ (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*

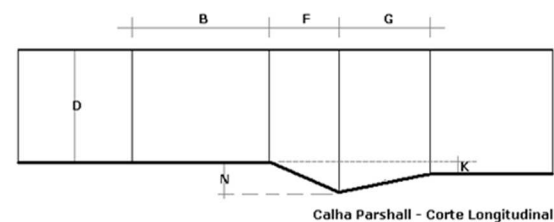
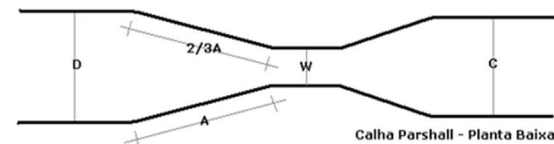
|                      |       |
|----------------------|-------|
| $h_{\max}$ (m)       | 0,162 |
| $h_{\text{med}}$ (m) | 0,082 |
| $h_{\min}$ (m)       | 0,048 |

##### 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> =<br>b.h<br>(m <sup>2</sup> ) | A <sub>u</sub> = A <sub>t</sub> .E<br>(m <sup>2</sup> ) | V = Q/A <sub>u</sub><br>(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

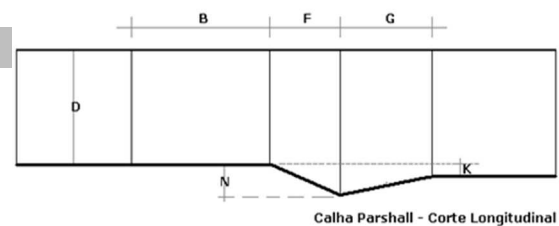
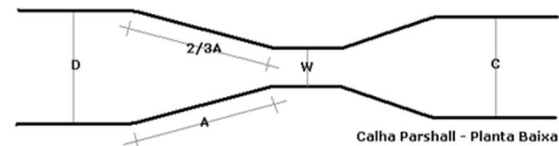
|                      |       |
|----------------------|-------|
| $h_{\max}$ (m)       | 0,048 |
| $h_{\text{med}}$ (m) | 0,022 |
| $h_{\min}$ (m)       | 0,015 |

#### Fórmulas:

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

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

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



|       | 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> =<br>b.h<br>(m²) | A <sub>u</sub> = A <sub>t</sub> .E<br>(m²) | V =<br>Q/A <sub>u</sub><br>(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 afluente (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 ( $h_{fi}$ ) 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 | 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 |
| Sk                    |        | 0,70 |           | 4,30 |                   | 7,60 |

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 | 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                   |
| Total             |      |        |           | 10.421,55                  |

### 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           | 91,647 | m |
| $NA_{\text{máx}}$ = cota do nível máximo no poço de sucção | 82,960 | m |
| $NA_{\text{mín}}$ = cota do nível mínimo no poço de sucção | 82,560 | m |

Sendo assim, tem-se:

|   |      |   |
|---|------|---|
| $H_{g,\min}$ = altura geométrica mínima       | 8,69 | m |
| $H_{g,\text{máx}}$ = 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:

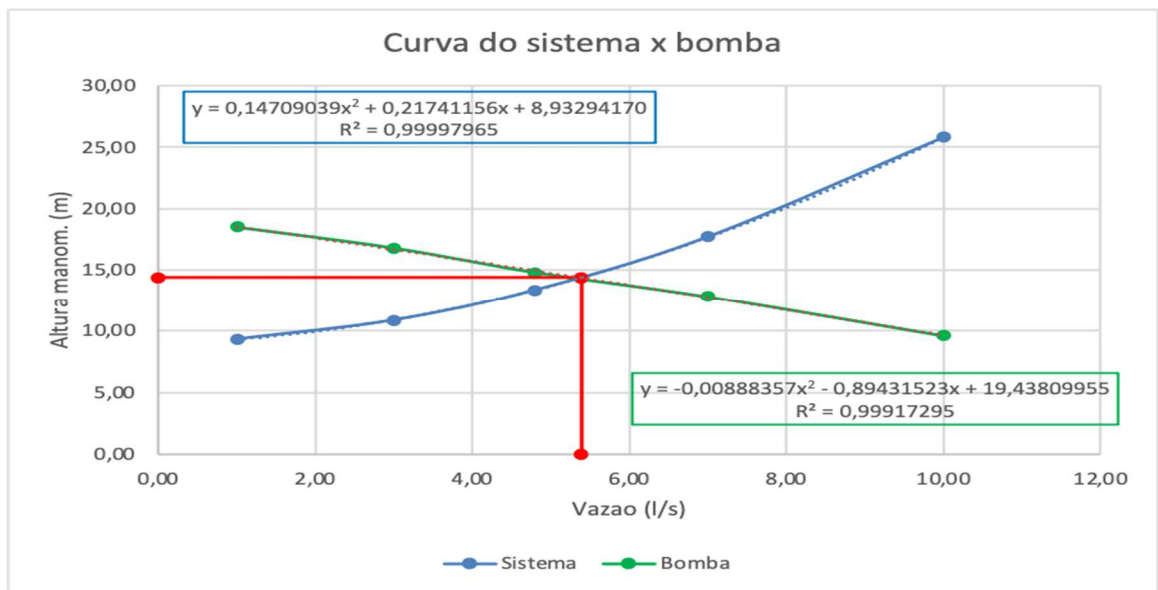
$$H_{m,\min} = 8,69 + 68.332,36 Q^{1,85} + 10.421,55 Q^2$$

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

### 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) | $H_{m,\text{máx}}$ (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:

$$D = K \times \sqrt[3]{Q}$$

onde:

K = coeficiente (adotado)

1,2

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

0,01439

D = diâmetro calculado (mm)

143,95

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          | 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:

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

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

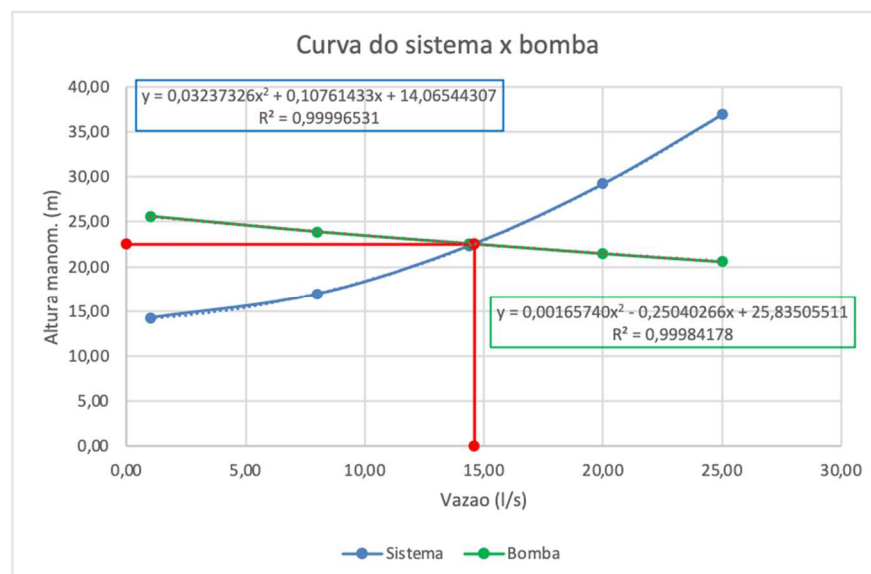
$$H_{m,\min} = 13,48 + 17.329,41 Q^{1,85} + 1.829,85 Q^2$$

$$H_{m,\max} = 14,18 + 19.900,81 Q^{1,85} + 1.829,85 Q^2$$

### 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    | 13,53                  | 14,24                  | 25,6      |
| 8,00    | 15,88                  | 16,92                  | 23,9      |
| 14,39   | 20,64                  | 22,34                  | 22,6      |
| 20,00   | 26,67                  | 29,22                  | 21,5      |
| 25,00   | 33,46                  | 36,95                  | 20,6      |



### Ponto de Operação

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

Vazão de bombeamento 14,6 L/s  
 Altura manométrica 22,5 m

### Conjunto Motobomba

Será adotado conjunto motobomba com as seguintes características:

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 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 afluyente (m <sup>3</sup> /s) | 0,03444 |
| D = diâmetro calculado (mm)                    | 222,70  |

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          | 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:

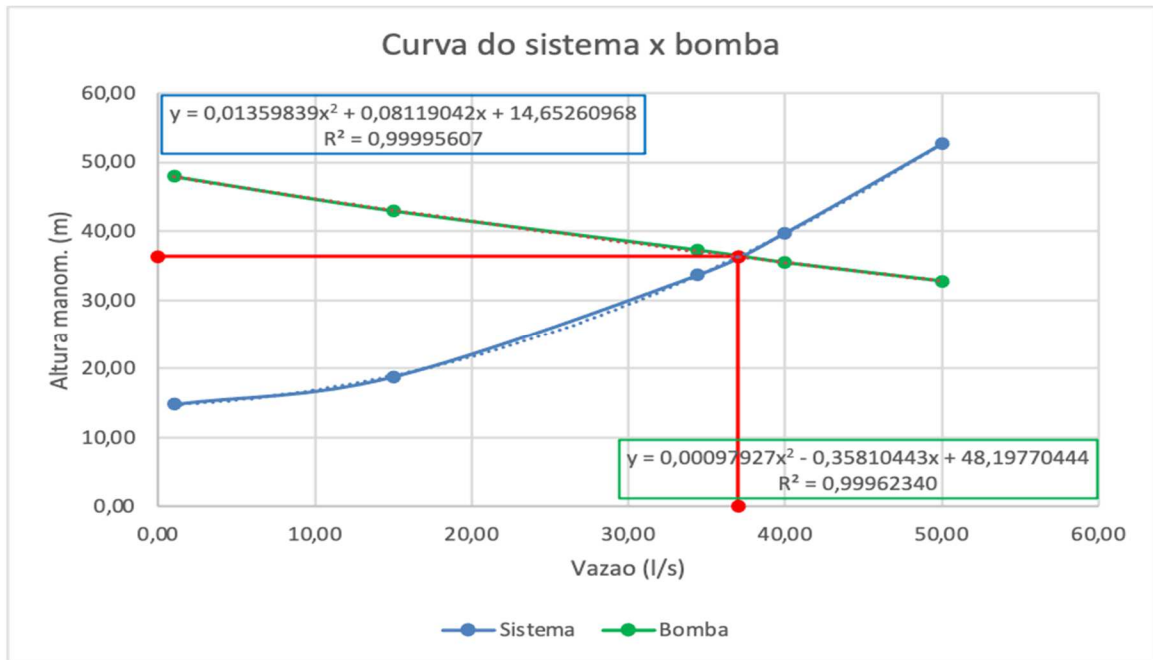
$$H_{m,\min} = 14,08 + 7.419,00 Q^{1,85} + 1.764,49 Q^2$$

$$H_{m,\text{máx}} = 14,78 + 8.534,15 Q^{1,85} + 1.764,49 Q^2$$

### 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 afluente (m<sup>3</sup>/s)

D = diâmetro calculado (mm)

|         |
|---------|
| 1,2     |
| 0,01561 |
| 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 |
| Registro 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:

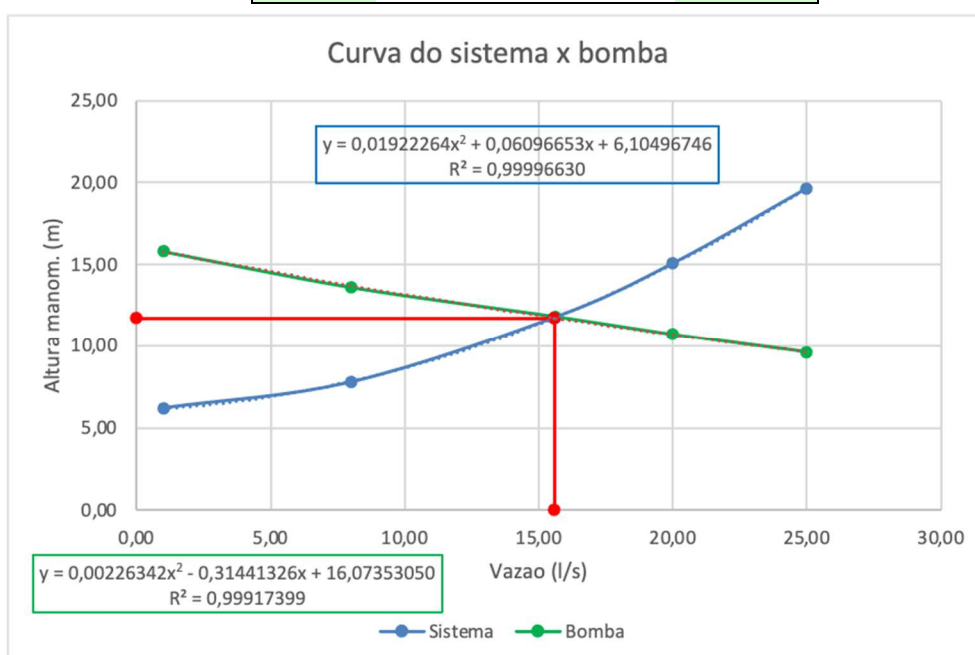
$$H_{m,\text{mín}} = 5,37 + 9.671,40 Q^{1,85} + 2.189,28 Q^2$$

$$H_{m,\text{máx}} = 6,17 + 11.117,52 Q^{1,85} + 2.189,28 Q^2$$

### 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 (tês) 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:

$$\text{NPSH disp} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - z - H_f \quad z = h_{\text{bomba}} - h_{\text{mín, suc}}$$

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:

$$D = K \times \sqrt[3]{Q}$$

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:

$$H_{g,\min} = C_{lan\grave{c}} - NA_{\max} \quad e \quad H_{g,\max} = C_{lan\grave{c}} - NA_{\min}$$

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:

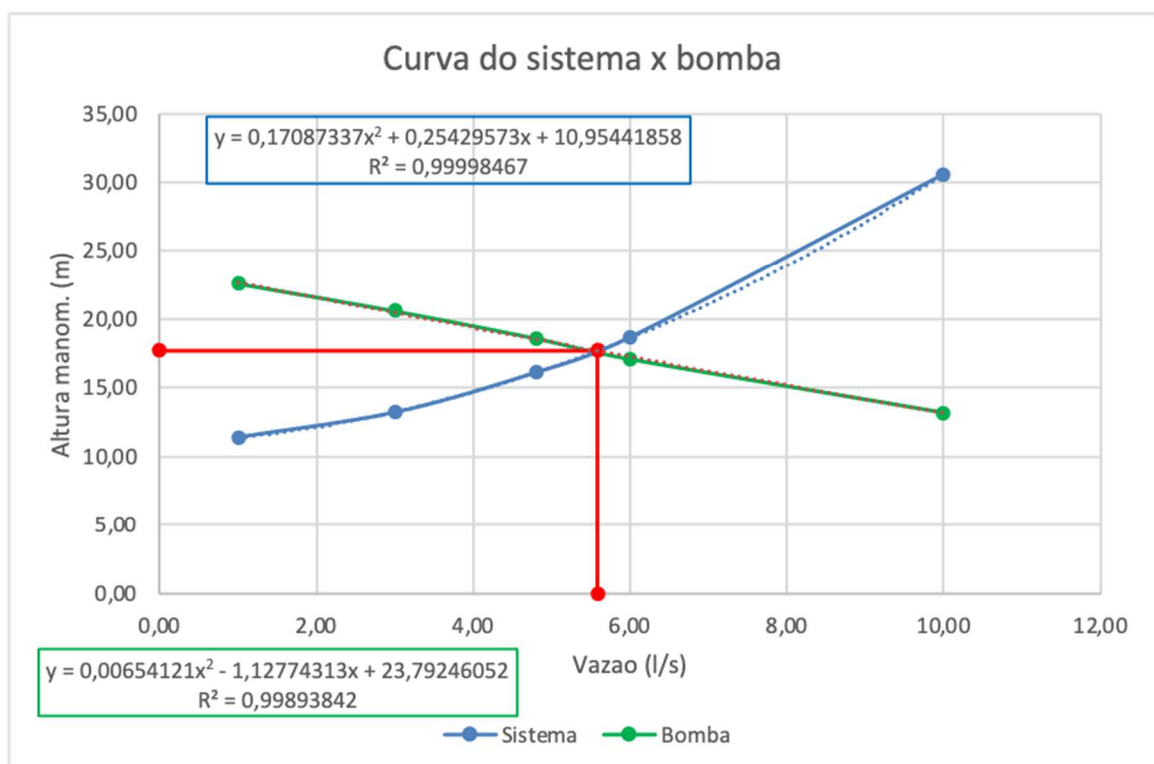
$$H_{m,\min} = 10,73 + 81.284,88 Q^{1,85} + 8.105,65 Q^2$$

$$H_{m,\max} = 11,13 + 93.409,00 Q^{1,85} + 8.105,65 Q^2$$

### 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> > HPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente.

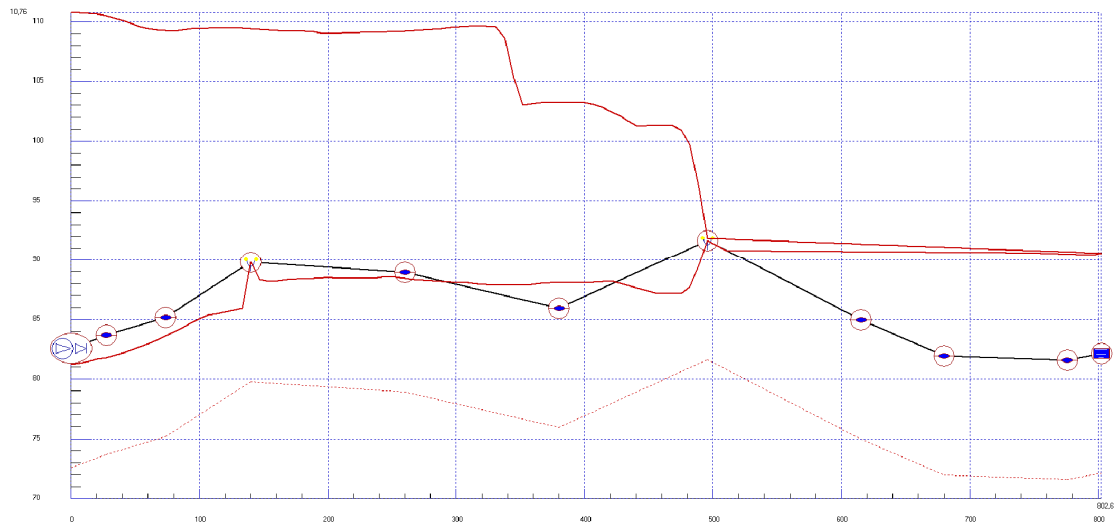
## 7.6 TRANSIENTES HIDRÁULICOS

### 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

| Elemento                              | Nudo 1 |
|---------------------------------------|--------|
| 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   |
|                                       |        |

| Ventosa                                | Nudo 4 |
|--|--------|
| Coeficiente de admisi n(m /(min*bar))  | 62,5   |
| Coeficiente de expulsi n(m /(min*bar)) | 3,71   |
|  |        |
| <b>Válvula de Alivio</b>               |        |
| Presion de tarado (mca)                | 80     |
| Coeficiente de p rdidas (m/(m /seg) )  | 347    |
|  |        |

| Ventosa                                | Nudo 7 |
|--|--------|
| Coeficiente de admisi n(m /(min*bar))  | 62,5   |
| Coeficiente de expulsi n(m /(min*bar)) | 3,71   |
|  |        |
| <b>Válvula de Alivio</b>               |        |
| Presion de tarado (mca)                | 80     |
| Coeficiente de p rdidas (m/(m /seg) )  | 347    |
|  |        |

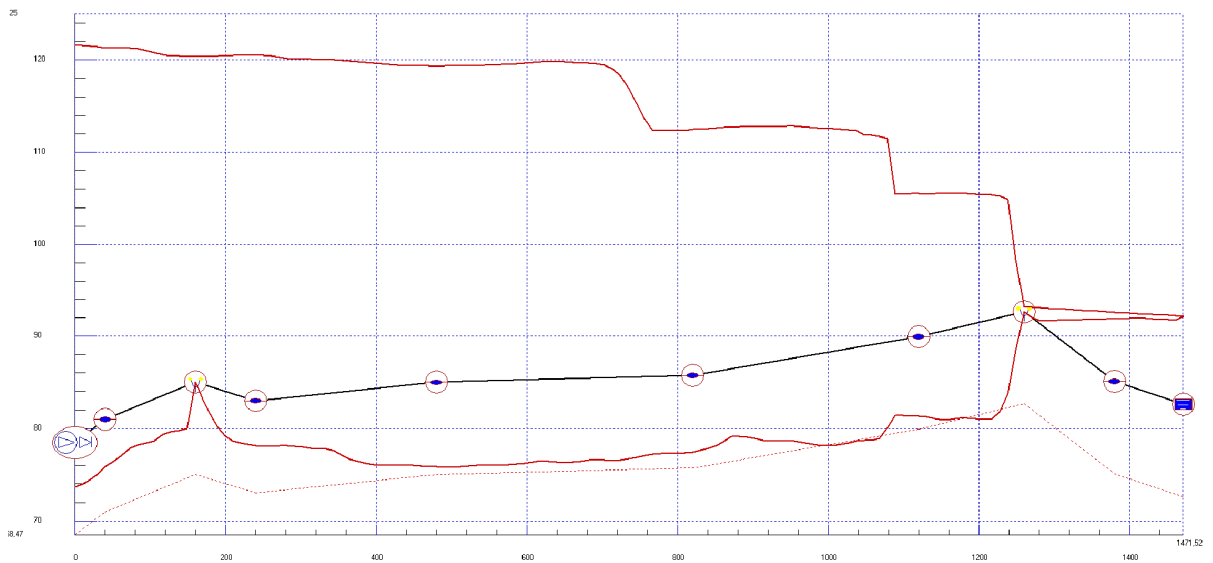
| Dep sito | Nudo 11 |
|----------|---------|
| Nivel(m) | 8,45    |
|          |         |

### 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   |

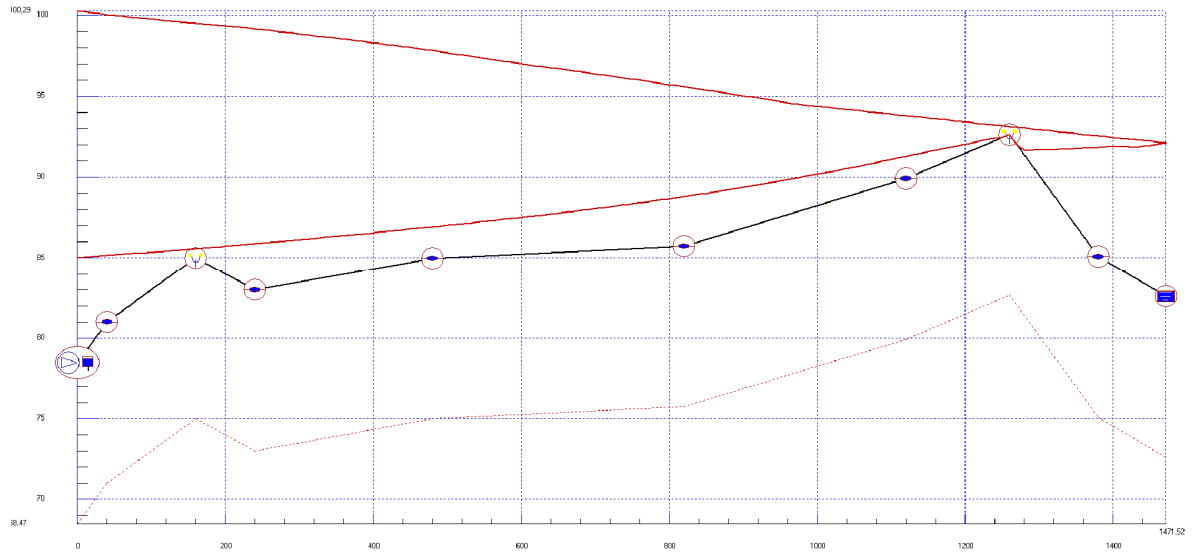
##### PRESIONES MxIMAS Y MõNIMAS

| NODOS TRAMO 1       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Presiõ 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 |
| Presiõ M·nima (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     |
| Presiõ 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 MÔNIMAS

| NODOS TRAMO 1        | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PresiÔn 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 |
| PresiÔn 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     |
| PresiÔn 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 |
| PresiÔn 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 ProteçÙo

| 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 desconexiÔn(seg)                       | 0      |
| Tiempo de arranque(seg)                          | 0      |
| N'mero de bombas                                 | 1      |
| <b>Calderin</b>                                  |        |
| Altura(m)  | 1,141  |
| SecciÔn(m <sup>2</sup> )                         | 1,141  |
| Profundidad(mca)                                 | 0,9675 |
| Altura de la base(m)                             | 0,397  |
| PÈrdidas en la entrada(m/(m <sup>2</sup> /seg)≤) | 0      |
| PÈrdidas en la salida(m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)  | 0      |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
| <b>Ventosa</b>                                      |  | <b>Nudo 3</b> |
| Coeficiente de admisiÔn(m <sup>2</sup> /(min*bar))  |  | 62,5          |
| Coeficiente de expulsiÔn(m <sup>2</sup> /(min*bar)) |  | 3,71          |
| <b>Vlvula de Alivio</b>                             |  |               |
| Presion de tarado (mca)                             |  | 80            |
| Coeficiente de pÈrdidas (m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)  |  | 347           |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
| <b>Ventosa</b>                                      |  | <b>Nudo 8</b> |
| Coeficiente de admisiÔn(m <sup>2</sup> /(min*bar))  |  | 62,5          |
| Coeficiente de expulsiÔn(m <sup>2</sup> /(min*bar)) |  | 3,71          |
| <b>Vlvula de Alivio</b>                             |  |               |
| Presion de tarado (mca)                             |  | 80            |
| Coeficiente de pÈrdidas (m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)  |  | 347           |

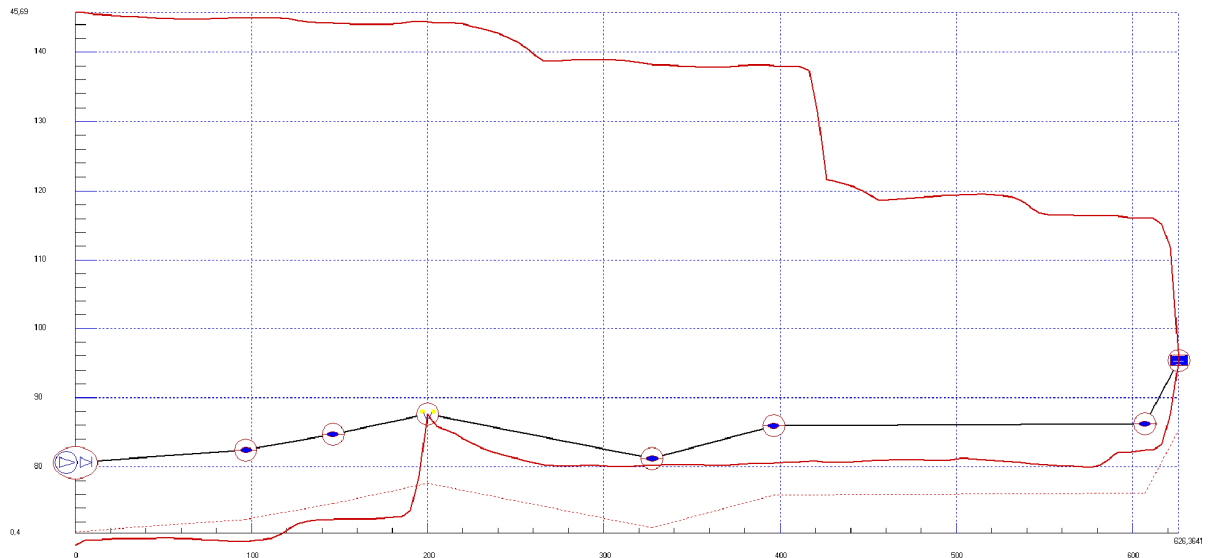
|                 |  |                |
|-----------------|--|----------------|
| <b>DepÔsito</b> |  | <b>Nudo 10</b> |
| Nivel(m)        |  | 9,52           |

### 7.6.3 Transiente Hidráulico da EEE-3

Na simulaçÔo do transiente hidráulico da EEE, foram consideradas as seguintes características:

- Vazão..... 37,01 l/s
- Comprimento total .....626,37m
- Material da TubulaçÔo .....DEFoFo
- Diâmetro da TubulaçÔo..... 150 mm
- Pressão máxima ..... 80 mca
- Pressão mínima..... - 4 mca

## Envoltória Sem Proteção



## Resultado dos Nós Sem Proteção

### REGIMEN PERMANENTE

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| Caudal Rêgimen (m <sup>3</sup> /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  |

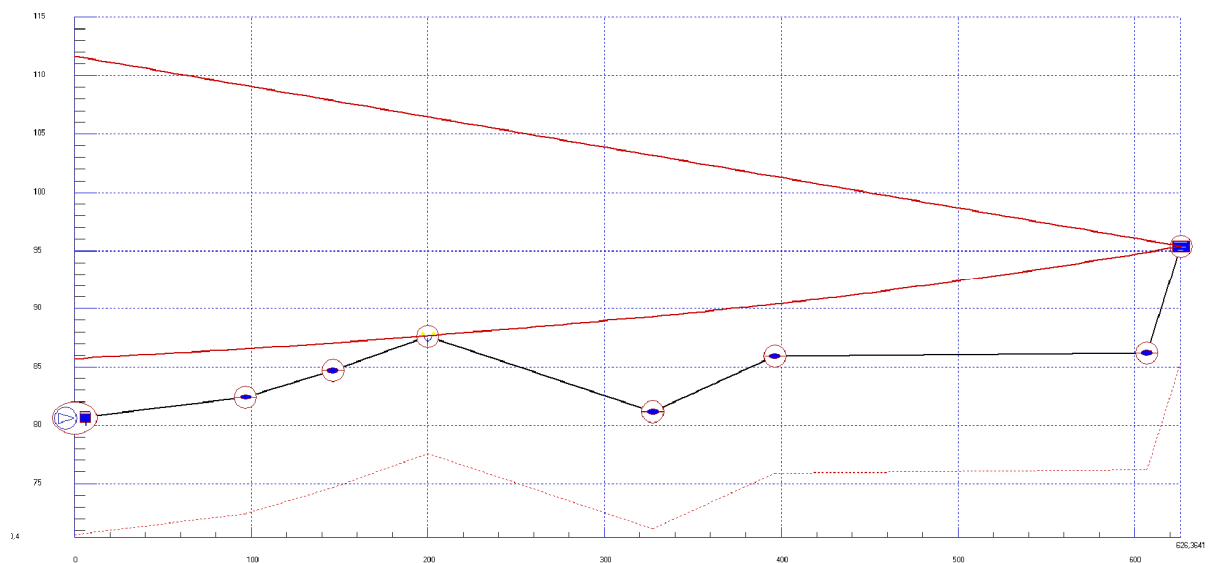
### PRESIONES MxXIMAS Y MõNIMAS

| 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 MÏNIMAS

| 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 MÏnima (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 MÏnima (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 MÏnima (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 MÏnima (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 MÏnima (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    |

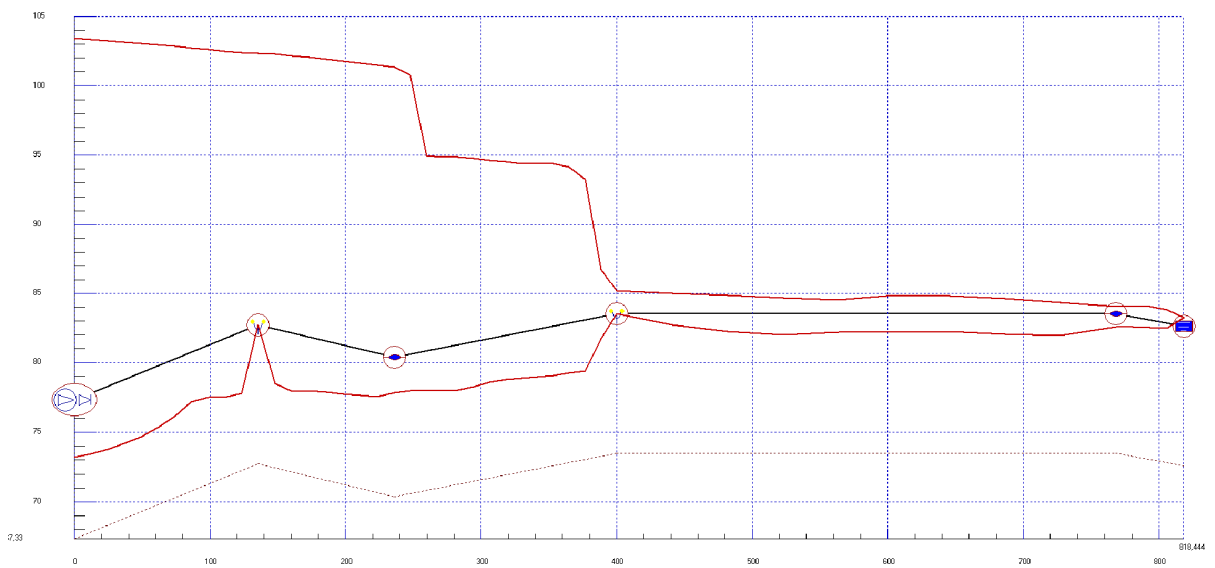
| Depósito  | Nudo 8 |
|-----------|--------|
| Nivel (m) | 0      |

### 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)   |

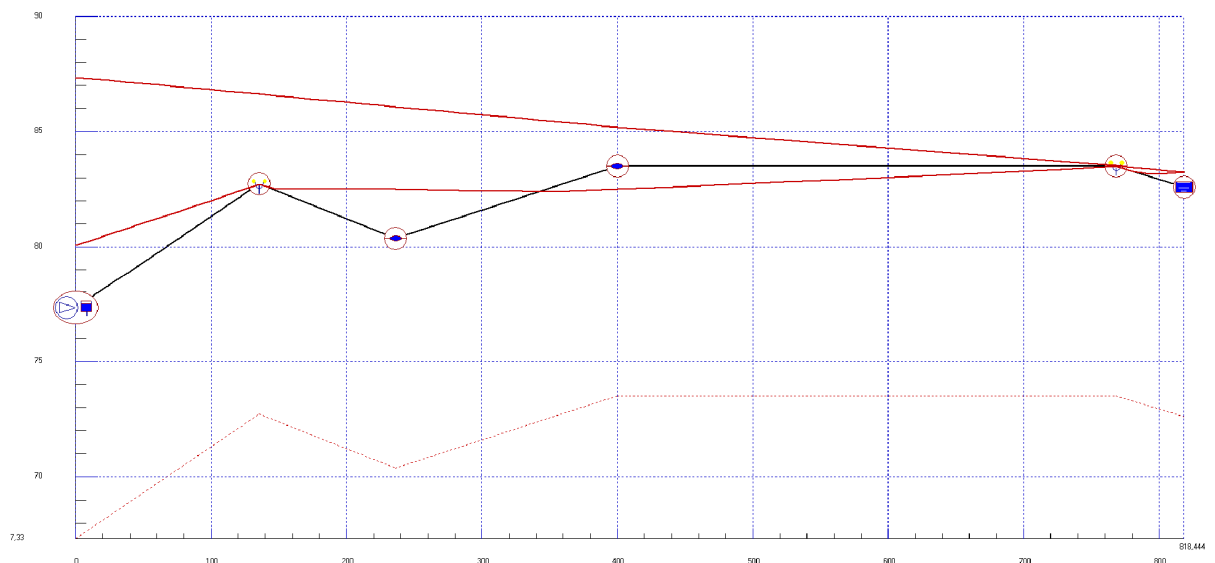
##### PRESIONES MÀXIMAS Y MÍNIMAS

| NODOS TRAMO 1        | 1      | 2      | 5      | 8      | 11     |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PresiÛn 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 |
| PresiÛn 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 (m <sup>3</sup> /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   |
| Secci n(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 admisi n(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 admisi n(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    |
|  |        |

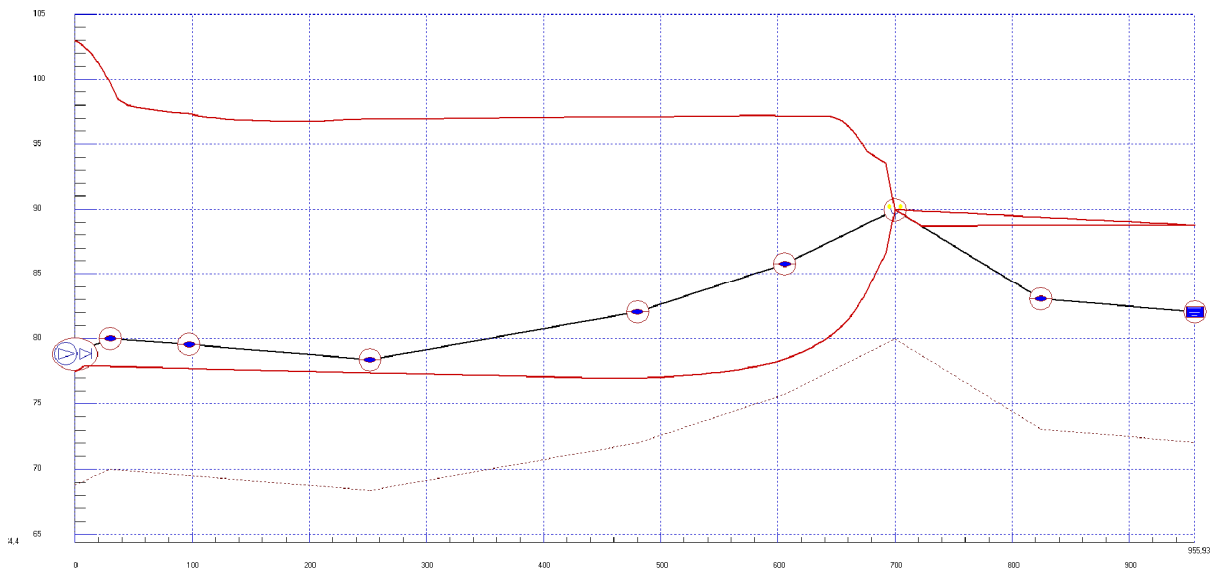
| Dep sito | Nudo 6 |
|----------|--------|
| Nivel(m) | 0,65   |
|          |        |

### 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   |

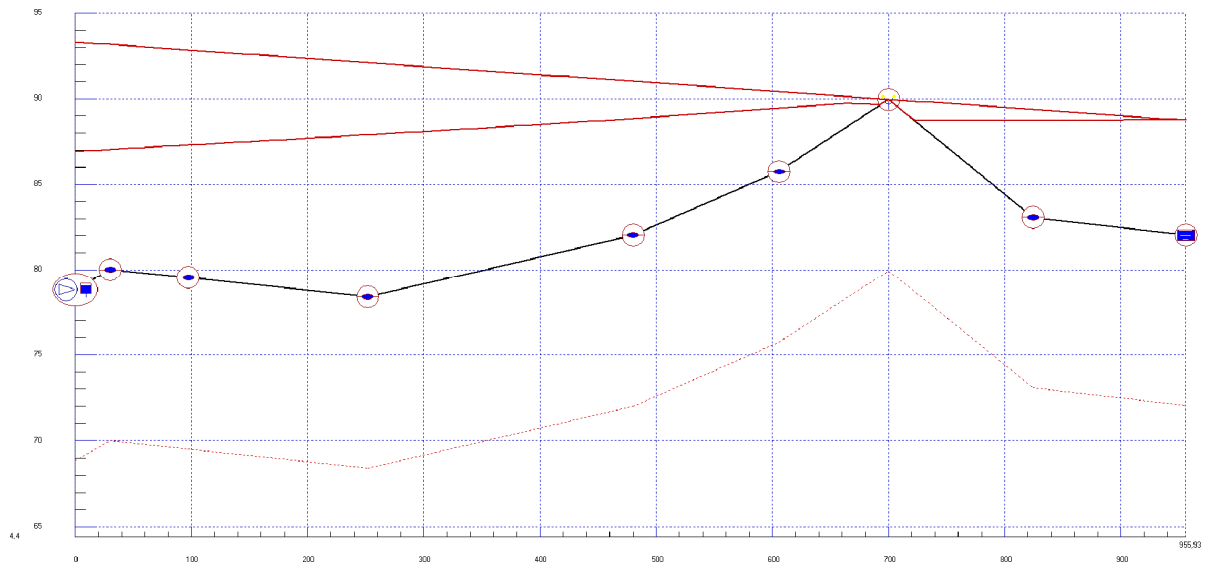
##### PRESIONES MxIMAS Y MõNIMAS

| NODOS TRAMO 1        | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      |    |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| PresiÕn MxÌma (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 |
|                      |        |        |        |        |        |    |

|                      |          |          |           |           |           |           |
|----------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PresiÙn 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      |
| PresiÙn 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> |           |
| PresiÙn 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     |           |
| PresiÙn 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> |           |
| PresiÙn 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     |           |
| PresiÙn 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> |           |
| PresiÙn 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      |           |
| PresiÙn 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> |           |
| PresiÙn 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      |           |
| PresiÙn 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> |           |
| PresiÙn 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     |           |
| PresiÙn 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> |
| PresiÙn 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         |
| PresiÙn 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 (m <sup>3</sup> /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  |
| Seção(m <sup>2</sup> )                         | 1,141  |
| Profundidade(mca)                              | 0,9675 |
| Altura de la base(m)                           | 0,397  |
| Perdas en la entrada(m/(m <sup>2</sup> /seg)≤) | 0      |
| Perdas en la salida(m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)  | 0      |
|  |        |

| <b>Ventosa</b>                                      | <b>Nudo 7</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>                            |               |
| Presión de tarado (mca)                             | 80            |
| Coeficiente de pérdidas (m/(m <sup>2</sup> /seg)≤)  | 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.<br>(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.<br>(mm)      | Decliv.<br>(m/m) | Vel.<br>(m/s) | Lamina<br>(%) | Tensao<br>(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.<br>(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.<br>(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.<br>(mm)      | Decliv.<br>(m/m) | Vel.<br>(m/s) | Lamina<br>(%) | Tensao<br>(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 Extravasar da EEE-4

| TRECHO   |      | Extens.<br>(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.<br>(mm)      | Decliv.<br>(m/m) | Vel.<br>(m/s) | Lamina<br>(%) | Tensao<br>(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.<br>(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.<br>(mm)      | Decliv.<br>(m/m) | Vel.<br>(m/s) | Lamina<br>(%) | Tensao<br>(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 Afluente

#### Cargas Orgânicas

As cargas orgânicas do esgoto afluente ( $L_0$ ), 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 afluente de DBO 641,36 kg/d

$L_{DQO}$  = carga afluente de DQO 1.187,7  
0 kg/d

#### Concentrações

As concentrações do esgoto afluente ( $S_0$ ), em mg/L, são dadas por:

$$S_0 = L_0 / Q_{méd} \times 1.000$$

Portanto, as concentrações calculadas são:

$S_{0,DBO}$  = concentração afluente de DBO 349,49 mg/L

$S_{0,DQO}$  = concentração afluente de DQO 647,20 mg/L

Adotaram-se as seguintes concentrações:

$S_{0,DBO}$  = concentração afluente de DBO 350 mg/L

$S_{0,DQO}$  = concentração afluente de DQO 650 mg/L

$N_0$  = concentração afluente 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:

$$v_{\text{td}} = (Q_{\text{máx}} / N / N_d) / (\pi \times D_d^2 / 4)$$

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:

$$A_g = \text{área total dos coletores de gás} \quad 4,00 \text{ m}^2$$

A taxa de liberação de biogás nos coletores ( $v_g$ ), em  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ , vale, então:

$$v_g = Q_g / A_g$$

$$v_g = \text{taxa de liberação de biogás} \quad 1,49 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

A taxa encontra-se acima de  $1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  e abaixo de  $5,0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ , atendendo aos limites recomendados.

### Abertura para o Decantador

As velocidades através das aberturas ( $v_a$ ), em  $\text{m}/\text{h}$ , 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 $\text{m}^2$ |

Logo, as velocidades obtidas para a vazão média e para a vazão máxima são:

$$v_{a,\text{méd}} = \text{velocidade nas aberturas para } Q_{\text{méd}} \quad 1,49 \text{ m/h}$$

$$v_{a,\text{máx}} = \text{velocidade nas aberturas para } Q_{\text{máx}} \quad 2,42 \text{ m/h}$$

As velocidades encontram-se abaixo de  $2,5 \text{ m}/\text{h}$  para a vazão média, e abaixo de  $4,0 \text{ m}/\text{h}$  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  $Q_{med}$  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:

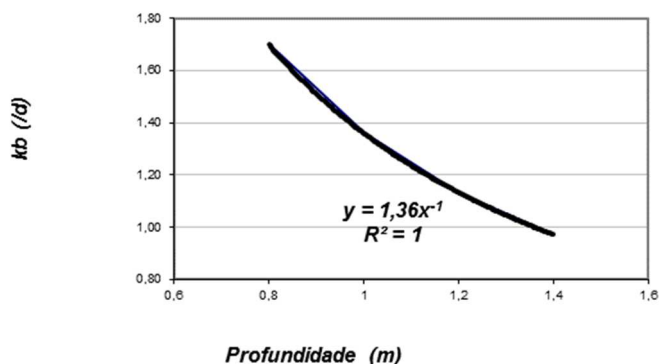
$$K_{b \text{ } T^{\circ}C} = K_{b \text{ } 20^{\circ}C} x (\theta)^{T - 20}$$

Os valores do coeficiente empírico para a equação de Kb variam, segundo a literatura. O valor extremo foi reportado por 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          | ..... |        |
| 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    | 5.000.000,0 |          |
| a= variável de cálculo para o regime de fluxo disperso            | 1,20        | CF/100ml |
| d = Número de dispersão pela fórmula de Yanez.                    | 0,01        |          |

Assim, obtem-se:

|   |          |          |
|---|----------|----------|
| N3= 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<br>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 %                 |
| <br>   |                         |
| 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                |
| <br>   |                         |
| 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                |
| <br>   |                         |
| 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                |
| <br>   |                         |
| <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 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 | <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 FECALIS**

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:

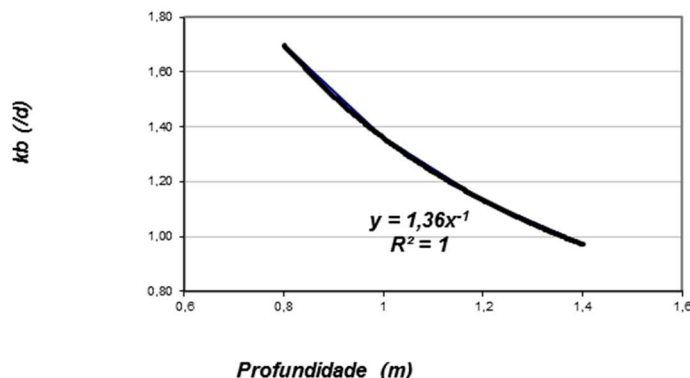
$$K_{b \ T \ ^\circ C} = K_{b \ 20 \ ^\circ C} x (\theta)^{T - 20}$$

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:

$$a = \sqrt{1 + 4Kb_T xtxd}$$

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.<br>(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.<br>(mm)      | Decliv.<br>(m/m) | Vel.<br>(m/s) | Lamina<br>(%) |      | Tensao<br>(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          |                  |        |               |        |             |       |         |        |         |         |                    |                  |               |               |      |                |



